<36642281120011

Populäre Himmelskunde

und

astronomische Geographie.

Von

Adolph Diesterweg.



„Le dépôt de ces hautes connaissances, —
les délices des êtres pensans."

LAPLACE.

Sechste, vermehrte und verbesserte Auflage.

Mit Figuren und Sternkarten.

Berlin, 1860.

Verlag von Th. Chr. Fr. Enslin.

(Adolph Enslin.)

1. „Wenn man nur die Kinder dahin bringen könnte, daß ihnen alles Undeutliche völlig unverständlich wäre!"

Lichtenberg.

2. a. „Die größte Deutlichkeit war immer die größte Schönheit."
b. „Ich bitte mir Alles natürlich aus."

Lessing.

3. „Individualität des Beobachteten führt allein zur Naturwahrheit."

Al. v. Humboldt.

4. „Willst du in's Unendliche schreiten,
Geh' nur im Endlichen nach allen Seiten!"

Göthe.

Vorwort zur ersten Auflage.

Des Menschen Antlitz ist nicht zur Erde, sondern aufwärts gerichtet; zum aufrechten Gange ist er von Natur bestimmt. Sein Blick fällt daher schon in früher Jugend auf den Himmel, und die ältesten Naturvölker kannten die allgemeinen Erscheinungen desselben. Sie zeigen ewigen Wechsel in ewigem Bestand unter unabänderlichen allgemeinen Gesetzen. Alles ist dort Regel und Gesetz. Sie zu erkennen, fordert die Würde des Menschen. Die Wissenschaft, die sich mit dem Himmel beschäftigt, ist die „erhabenste im Raume". Aechtes Natur=Wissen oder mit einem Worte Natur=Erkenntniß ist Kenntniß der Erscheinungen, ihrer Ursachen und ihres gesetzmäßigen Verlaufs.

Wie alles gewisse objective Wissen, an dem kein subjectives Meinen oder Vermuthen haftet, den Geist fest und sicher macht und denselben mit bleibendem Inhalt erfüllt: so auch das Wissen der allgemeinen Erscheinungen und ihrer Gesetze. Es erhebt den Menschen über die irdischen Wechselfälle des Lebens, über das Vergängliche und Eitle, das vorüberrauscht wie die Wellen des Meeres, und dessen Gesetze wir zum größten Theile nicht kennen.

Zu allen Zeiten haben daher ruhige und stille Gemüther eine besondere Anziehung zur Kenntniß des gestirnten Himmels verspürt. Tieferen Kindern ist sie in besonderem Grade eigen. Ganz allgemein ist das Interesse für dieses Wissen. Wo es nicht gefunden wird, da ist es nicht mehr vorhanden, war also da, entspricht der Natur und der natürlichen Stellung des Menschen, ist folglich leicht wieder zu erwecken. Nur der von den Sorgen des Lebens ganz erfüllte, unter den irdischen Lasten erliegende, oder auch der von den Leidenschaften ganz unterjochte Mensch ist für ein so reines, an und für sich schon veredelndes Wissen unempfänglich. Aber, wie die Erfahrung lehrt, selbst die unglücklichsten der Wesen, abgearbeitete Fabrikkinder, freuen sich, wenn dem müden Leib nur einige Ruhe und Stärkung geworden, noch in späten Abendstunden etwas von Sonne, Mond und Sternen zu hören.

Doch wozu länger dem erhabenen Inhalt der mathematischen Geographie und der Physik des Himmels eine Lobrede halten?

Stimmt doch Jedermann dieser Ansicht bei; ist doch jeder seine Stellung erkennende Lehrer des Volks bemüht, nicht nur sich die nöthige Einsicht zu verschaffen und dadurch seinen Geist zu veredeln, sondern auch dieses Wissen an seine Kinder zu bringen und von dieser Seite her

die wahre Cultur des Volks zu befördern. Wo nur irgend eine Schule sich über den tiefsten Standpunkt emporgearbeitet hat, da findet man in ihr auch das Wissen des Nothwendigsten über die Erde und den Himmel verbreitet.

Was ist hier das Nothwendigste, Wesentlichste?

Die Lehrbücher der mathematischen Geographie und Astronomie lassen in dieser Hinsicht noch Manches zu wünschen übrig. Sie sondern nicht genug das gelehrte Wissen von dem, was zum allgemeinen Verständniß gehört, was die allgemeine Volksaufklärung fordert, worunter wir hier begreifen:

1) Alles, was zur richtigen Auffassung der täglichen und jährlichen Erscheinungen, die mit unbewaffnetem Auge wahrgenommen werden, nothwendig ist; 2) Alles, was die Erkenntniß der allgemeinsten und wichtigsten Erscheinungen auf der ganzen Erde und am Himmel bedingt.

Das Erste klärt den Menschen über das auf, was er an seinem Wohnorte sieht, gehört im weitern Sinne zur Heimathskunde; das Zweite gehört zur allgemeinen Erd= und Himmelskunde. Der Mensch hat eine Heimath und ist zugleich Bürger der Welt.

Jede Naturkenntniß hat eine populäre und eine gelehrte Seite. Jene ist jedem gut begabten Kinde, diese nur Wenigen zugänglich. Wir haben es hier mit dem Ersten zu thun, nämlich mit Allem, was dem Menschen zur Anschauung gebracht werden kann. Nehmet, Leser, das Wort im weiteren Sinne! Darin umfaßt es mehr als das, was unmittelbar gesehen werden kann, umfaßt es auch das, was anderwärts gesehen wird, was an das unmittelbar Gesehene angeschlossen, was durch Modelle, Zeichnungen, lebendige Darstellung und andre Mittel anschaulich gemacht werden kann. Außerdem gehört zum Anschaulichen oder schließt sich an dasselbe an: vernünftiges Nachdenken. Auch das Kind hat nicht bloß Sinne, sondern auch einen denkenden Geist. Es will nicht bloß sehen, sondern auch einsehen, nicht bloß wissen, sondern auch verstehen; es soll nicht bloß beobachten, d. h. Erfahrungen methodisch sammeln, sondern auch begreifen, d. h. die Bedingungen des Daseins eines Dinges und der Art seiner Erscheinung kennen.

In dem gesperrten Satze haben wir das Maaß für den in die allgemeine Bildungsanstalt oder die Volksschule gehörigen Inhalt aus dem unermeßlichen Gebiete der Himmelskunde. Folglich gilt auch:

Was dem Kinde nicht zur Anschauung gebracht werden kann, gehört nicht in sie hinein. Beide Sätze sprechen die Regel für die zu treffende Auswahl aus dem unendlich reichen Stoffe aus; nur muß man auch nicht pedantisch ängstlich sein*).

---

*) Nach Pestalozzi und Schleiermacher (in seiner von Platz herausgegebenen Pädagogik) besteht die Virtuosität des Lehrers ganz besonders in der Aufsuchung und Hervorhebung der Elemente einer Wissenschaft. Nichts ist wahrer als dies. Die Hauptsätze sind die Elementarsätze, die Grundsätze, aus welchen sich die übrigen ergeben. Diese zu erkennen, von einander zu scheiden,

Den Anfangspunkt und den Fortschritt des Unterrichts dictirt das Gesetz: Beginnen mit der unmittelbaren Anschauung, nicht mit Modellen und Zeichnungen *), Anknüpfung alles Uebrigen an die Anschauung. Erst Kenntniß und Verständniß des Nächsten, dann des Entfernteren! Zuerst unmittelbar sinnliche Auffassung und bewußte Beobachtung, dann Bethätigung der Einbildungskraft und der Phantasie, zuletzt Denken mit dem Verstand oder Begreifen. Nicht als wenn diese Stufen im strengsten Sinne von einander geschieden wären: sie bezeichnen nur die Verfahrungsweise im Allgemeinen; dem sinnlichen Erkennen verknüpft sich unmittelbar die Thätigkeit der Einbildungskraft und des Verstandes.

Es ist unsre Absicht, den Inhalt des hierher gehörigen Wissens aufzustellen. Ohne Weitläuftigkeit, kurz und gedrängt, aber genügend, in methodischem Fortschritt. Wir nehmen die Selbstthätigkeit des Lesers und Lehrers in Anspruch. Wozu er die Schüler anleiten will, das muß er zuerst für sich vollzogen haben. Ueber Jedem schwebt der Himmel. Selbstthätige Auffassung, Sehen und Beobachten mit eignen Augen ist Keinem zu erlassen, der Andre zu lebendigem Wissen anleiten will. Zu dem Uebrigen kommt man durch Nachdenken. Es ist ein stilles, heitres Geschäft. Man belebt dadurch die Einsamkeit um sich her, man tritt in den Kreis der großartigsten Erscheinungen, man wird Eins mit dem Universum, wird Glied und Bürger der Welt. Hier liegen nicht nur Anknüpfungspunkte für die Religion, man steht — hat man sich nur von trauriger Beschränkung losgemacht — mitten in ihr. Darüber daher auch hier kein Wort weiter.

Das Erste, was zu thun, ist Hinstellung auf freien Horizont, um aufzufassen, was sich begiebt. „Ich hege" — sagt Al. von Humboldt in einem Briefe — „den Wunsch, daß Sie ein wenig für sich selbst beobachten, weil Sie durch eigenes Beobachten mehr lernen werden als durch alle Vorlesungen." Dann faßt man das Beobachtete in bestimmte Ausdrücke, klare Sätze. Später erst, oft viel später, denkt man darüber nach, ob es so ist, wie es erscheint. — „Das ist ein weit-

---

einzeln zu betrachten und dann, ihrem gegenseitigen Verhältniß gemäß, wieder mit einander zu verbinden: darin besteht hauptsächlich das Meisterstück des Lehrers.

Der tüchtige Lehrer bekundet sich deshalb darin, daß er mit dem Schüler die Elemente behandelt und durcharbeitet und dadurch ein unzerstörbares Fundament legt. Der Stümper, der ein sehr reiches Wissen im Kopfe haben kann, unterscheidet das Elementare nicht von dem Weiteren, er lehrt Alles durcheinander, des Ueberflüssigen oft viel mehr als des Nothwendigen. Der Meister zeigt sich in der Beschränkung. Die Sicherheit des Wissens und des Fortschreitens hängt, wie die Festigkeit eines Gebäudes, vom unteren Stock und, wie die Sicherheit des Staats von der Grundverfassung der Gemeinde, von der Festigkeit in den Elementen ab. Wegen des Umfangs der Astronomie und ihrer strengen Wissenschaftlichkeit sind diese Sätze nirgends wichtiger als bei einem, besonders dem populären Vortrage derselben. Aus diesem Gesichtspunkte betrachte man einmal die dahin gehörigen Lehrbücher und — man wird vielfach erstaunen!

*) „Das Zeichen erschöpft die Aufmerksamkeit des Kindes und läßt es die vorgestellte Sache vergessen." (Rousseau.)

läuftiger Weg" — gewiß! Man kann — Viele thun es — viel kürzer verfahren, sich unmittelbar in den Mittelpunkt unsrer Welt, d. h. unsers Sonnensystems, versetzen und sagen (vordociren), wie es ist. Aber nimmermehr gelangt der gewöhnliche Lehrer und der gewöhnliche Schüler auf diesem Wege zur richtigen Erkenntniß der Sache. Allenfalls weiß er dann den Worten nach die Erscheinungen zu nennen; aber es fehlt ihm die lebendige Anschauung und die wahre Erkenntniß. An der Schultafel findet er sich zurecht, weil er Alles an derselben zu denken gewöhnt worden; aber man versetze ihn unter den freien Himmel, auf den freien Horizont, und — man wird sich von der Verkehrtheit der Methode überzeugen! Die mathematische Geographie und Astronomie sind empirisch=rationelle Wissenschaften. Jahrtausende lang hat sich das Menschengeschlecht mit der Empirie begnügen müssen. Der unterrichtliche Weg der Schule fällt zusammen mit dem Entwicklungsgange des menschlichen Geschlechts. Nicht überall im Unterricht ist es so, aber hier. Man fängt mit dem äußerlichen Was an, schreitet zum erscheinenden Wie fort, dann folgt das eigentliche Nachdenken, man erspäht das wahre Wie und das Warum, aus dem sichtbaren Aeußeren das unsichtbare Innere, und entwickelt zuletzt das Ganze aus den erschlossenen Ursachen und Kräften. Folglich zuerst analytisch, dann synthetisch; erst Induction, nachher Deduction *). —

Diese Schrift soll ein Elementarbuch sein, in mehrfachem Sinne. Sie will die Anschauungs=, Denk= und Gemüthskraft — nach Einigen leert das Denken das Gemüth aus — dann die Einbildungskraft und die Phantasie **), endlich das praktische Vermögen: Sprechen, Darstellen und Begründen, erregen und beschäftigen, d. h. elementarisch — nach meiner Auffassungsweise ist es ein tiefsinniges, ehrendes Prädicat — wirken. Dann will die Schrift den Grund legen zu weiterem Fortschreiten in der Wissenschaft, ohne darauf zu rechnen. Wir Elementarlehrer haben auch noch Anderes zu thun, als für Gymnasien und andre höhere Anstalten vorzubereiten; wir dürfen und sollen bei unsern Schülern darauf nicht rechnen, unser Unterricht hat einen selbstständigen Werth, auch wenn nichts weiter auf ihn folgt. Aber dennoch soll sicher und leicht auf ihm das Weitere auferbaut werden können. Auch das heißt

---

*) Die Methode der „gläubigen Wissenschaft" (dieses lebendigen Widerspruchs) stellt der Dr. der Theologie Frantz so dar:

„Die Weise, wie man (in den Naturwissenschaften) zu Hypothesen gelangt, ist völlig unwissenschaftlich. Wie die Ursache früher ist als die Wirkung, so muß man den erklärenden Grund des Phänomens früher kennen, als das zu erklärende Phänomen, das Resultat" (eine hübsche Logik). „Dieser Grund als das Princip muß daher auch auf andern Wegen als aus dem Resultat gewonnen werden." (Natürlich aus der geoffenbarten Theologie!)

**) In Herbart's Sinne: „Populäre Astronomie, die so manchen Schwärmereien wehren muß." (Herbart, Umriß pädagogischer Vorlesungen, 2. Aufl., Göttingen 1841, S. 213.) „Auf die Beachtung der Himmelskörper stützt sich (S. 207.) die populäre Astronomie, welche zur Probe dient, ob die mathematische Phantasie gehörig geweckt war."

elementarisch unterrichten. Wie das zu machen, hat uns der große Meister Lessing in seiner unsterblichen Abhandlung „Ueber die Erziehung des Menschengeschlechts" gesagt: „Ein Elementarbuch darf gar wohl dieses oder jenes wichtige Stück der Wissenschaft oder Kunst, die es vorträgt, mit Stillschweigen übergehen, von dem der Pädagog urtheilte, daß es den Fähigkeiten der Lernenden, für die er schrieb, noch nicht angemessen sei. Aber es darf schlechterdings nichts enthalten, was den Kindern den Weg zu den zurückbehaltenen wichtigen Stücken versperre oder verlege. Vielmehr müssen ihnen alle Zugänge zu denselben sorgfältig offen gelassen werden, und sie nur von einem einzigen dieser Zugänge ableiten, oder versuchen, daß sie denselben später betreten, würde allein die Unvollständigkeit des Elementarbuches zu einem wesentlichen Fehler machen." — „In solchen Vorübungen, Anspielungen, Fingerzeigen besteht die positive Vollkommenheit eines Elementarbuches; so wie die oben erwähnte Eigenschaft, daß es den Weg zu den noch zurückgehaltenen Wahrheiten nicht erschwere oder versperre, die negative Vollkommenheit desselben war."

Doch genug; ich habe mich weitläuftiger darüber im zweiten Theile des „Wegweisers", 4. Auflage, in einem Aufsatze in den Rheinischen Blättern (XXII. Band) ausgesprochen. Möge auch diese Schrift dazu beitragen, den Geist der Schüler mit behaltenswerthem Inhalte zu erfüllen!

Berlin, im Herbste 1840.

Vorwort zur zweiten Auflage.

Seit der ersten Auflage dieser Schrift sind 4 Jahre verstrichen. Seitdem habe ich mich von dem Werthe des Gegenstandes, mit welchem sie sich beschäftigt, noch mehr überzeugt.

Kein Lehrer sollte dieses Wissens unkundig sein. „Die gründliche Kenntniß (der mathematischen Geographie) ist nicht sowohl ein Lob, als die Unbekanntschaft mit ihr ein Tadel ist." (O. Schulz in seinem unvollendet gebliebenen Lehrbuche der math. Geographie.) In demselben Sinne sagt Littrow: „Wie viele Wilde giebt es, und nicht bloß in den Wäldern von Amerika und Neuholland, sondern auch in den Hauptstädten Europa's, welche die Sonne und den Mond und das zahllose Heer der Sterne täglich vor sich auf- und untergehen sehen, ohne sich nur ein einziges Mal zu fragen, woher sie kommen und wohin sie gehen, und warum sie ewig in denselben Kreisen um die Erde ziehen." Kein Schüler sollte aus der Schule entlassen werden, ohne Anschauung und Kenntniß des Himmels und seiner Wunder gewonnen zu haben. „Die

mathematische Geographie ist der Thorweg der Geographie; sie steht zunächst im Dienste der Geographie; die Astronomie aber im Dienste der Humanität*). Ein allgemeines Bedürfniß des Menschen verlangt sie, sie sollte Gemeingut aller Gebildeten sein; die Sterne sind uns näher gestellt, als die Natur und Statistik eines Otaheitischen Landes." (Dr. Kühner.) Ihren formalen Werth bezeichnet derselbe so: „Die Kenntniß der Sterne dient zunächst zur Befriedigung eines der ersten, natürlichsten und reinsten Bedürfnisse des Gefühls. Dieses wird bald zur Anregung für den Verstand, zur Quelle reiferen Nachdenkens. An die Stelle des träumerischen oder abergläubischen Betrachtens tritt die Selbstthätigkeit der Sinne und des Geistes. Dies bewahrt vor dem Grundfeinde aller Geistesthätigkeit, der Gewöhnung, das Nächstliegende nicht zu sehen — das Erhabenste zu sehen, ohne es zu empfinden — das Unerklärte zu betrachten, ohne es erklären zu wollen. Aus der Kenntniß der Sterne resultirt zugleich ein hoher sittlicher Ernst."

Die Schüler dieser Vortheile theilhaftig zu machen, dazu gehören nicht bloß Kenntnisse, sondern Methode. Die Beurtheiler dieser Schrift haben die, deren ich mich bedient, zu meiner Freude gebilligt. Sie fällt mit der Natur der Entwicklung des menschlichen Geistes und mit der Geschichte der Wissenschaft zusammen. Dieses ist nicht in allen Unterrichtsobjecten der Fall, aber hier. Der Unterricht geht von der Anschauung aus, und die Methode ist die Geschichte der Wissenschaft selbst; sie ist subjectiv und objectiv zugleich. Schiefe Ansichten (s. das Schlußkapitel) und verkehrte Methode hatten uns den Himmel genommen; die rechte erobert uns ihn wieder. „Daran, daß der Unterricht auf keiner lebendigen Anschauung fußte, keine durch diese Anschauung erworbene Kenntniß des gestirnten Himmels gab, verkümmerte bisher der ohnedies nur fragmentarische Unterricht in der mathematischen Geographie." (Kühner.) Für die Ausbildung des Lehrtalents überhaupt**), wie für eine gesunde, d. h. natürliche Betrachtung der Dinge, hat das methodisch-richtige Studium der mathematischen Geographie und populären Himmelskunde die entschiedensten Vortheile. Zu einer gründlichen und naturgemäßen Entwicklung angehender Lehrer halte ich sie für ganz unentbehrlich. Sie leistet, was auf keinem anderen Wege und durch kein anderes Mittel

---

*) „Zwei Dinge sind es, die das Gemüth immer mit neuer und zunehmender Bewunderung und Ehrfurcht erfüllen, je öfter und je anhaltender sich der Geist mit ihnen beschäftigt: der gestirnte Himmel über mir und das ethische Gesetz in mir." (Kant.)

**) Nicht leicht läßt sich ein andrer Zweig des Wissens so durchsichtig methodisch behandeln, und bei keinem treten alle die verschiedenen Momente einer guten Methodik so deutlich hervor, wie in der mathematischen Geographie und in der Himmelskunde. Gut bearbeitet, leistet sie daher die Dienste einer praktischen Methodenlehre. Schon um deßwillen muß ihr ein ehrenhafter Platz in einer Lehrer-Bildungsanstalt eingeräumt werden. Ihr, oder gar dem Unterricht in den Naturwissenschaften überhaupt, dieses Recht auf gründliche Beachtung verkümmern zu wollen, ist ein Einfall neuerer Obscuranten. Das Umgekehrte muß geschehen; es muß ihr mehr Zeit und Kraft gewidmet werden. —

in gleichem Grade geleistet werden kann. Der dadurch erzielte negative Gewinn ist eben so groß wie der positive. Das wissen alle Lehrer aus belebender Erfahrung.

Ueber das Maaß und die Auswahl des Stoffes hat Kühner auch die richtigen Kriterien aufgestellt:

1) die Erscheinungen, welche mit bloßem Auge wahrnehmbar sind, haben den Vorzug vor denen, welche mit Instrumenten erkannt werden;
2) die Erscheinungen, welche durch Induction, d. h. durch Schluß von einigen Fällen auf alle, verstanden werden können, haben den Rang vor denen, welche mathematischer Begründung bedürfen;
3) die erwiesene Wahrheit hat den Rang vor der bloßen Vermuthung;
4) die praktisch=wichtigen Erscheinungen haben den Rang vor den rein=wissenschaftlichen.

In diesen Merkmalen und jenen Bemerkungen über Methode erhalten die Lehrer den Maaßstab zur Beurtheilung der vorliegenden Arbeit.

Ich habe sie jetzt, wo sie zum zweiten Male erscheint, zu verbessern gesucht. Auf die Kenntniß der Sternbilder (Astrognosie) ist etwas mehr Werth gelegt worden, als in der ersten Auflage. Die beigefügten Sternkarten sollen dem Leser die Auffindung der Sternbilder erleichtern. Sie bilden die Grundlage, den Hintergrund, auf welchem die Bewegungen vorgehen, das Constante jenseits des Variablen. Die Kenntniß derselben ist eigentlich die Basis aller soliden astronomischen Kenntnisse, und mit ihnen müßte ein ganz naturgemäßer Unterricht eigentlich beginnen. Der aber setzte Lehrer= und Schülerverhältnisse voraus, die nicht existiren. — Nach meinem Bedünken ist der mitgetheilte Stoff zur Entwicklung eines gebildeten Bewußtseins über das Wesen und die Gesetze der Weltkörper hinreichend. Das Weitere*) kann der Kenner ohne Mühe an das Vorhandene anschließen. Und da es äußerst lehrreich ist, wenigstens in allgemeinen Umrissen die Entstehungsgeschichte des jetzt schon so hoch und weit ausgebildeten astronomischen Wissens kennen zu lernen, so habe ich den Abriß der Geschichte der Astronomie hinzugethan. Er gehört an das Ende des Buches.

---

*) Daß die schwierigen Lehren, z. B. die Aberration des Lichtes, die Präcession der Nachtgleichen, die Nutation der Weltachse, die Variation der Schiefe der Ekliptik, das Problem der drei Körper und besonders die Ursachen dieser Erscheinungen größten Theils übergangen sind, bedarf nach meinem Bedünken keiner rechtfertigenden Erklärung. Nichts ist im Unterrichte schädlicher als „Gründlichkeit zur Unzeit." Der jedesmalige, den Standpunkt der Schüler berücksichtigende Unterricht soll das Nothwendige hervorrufen und das individuelle Weiterschreiten, wenn die Umstände es dem Einzelnen erlauben, fördern, also die Wißbegierde wecken, sie folglich nicht ganz befriedigen. Le sécret d'ennyer est celui de tout dire. Das ist ein ächter Lehrer, der dieses versteht, der einen soliden Grund legt, auf ihm einen unverwüstlichen Grundbau aufführt, und den strebenden Geistern durch Winke, Andeutungen, Fingerzeige, einzelne Notizen u. s. w. den Impuls zu selbstständigem Weiterstreben einflößt. Aus diesem Gesichtspunkte würdige man einzelne Bemerkungen und Notizen dieser neuen Auflage!

Und somit empfehle ich den Lehrern das Studium der mathematischen Geographie u. s. w. und den so tief bildenden, natürlichen und darum rein=menschlichen Unterricht derselben angelegentlichst. Es giebt manchen leidigen Kram, auch Wissens= oder Notizkram, und man bedauert im späteren Leben, sich früher damit beschäftigt zu haben; aber die Beschäftigung mit der Himmelskunde — so viel kann man Jedem verbürgen — wir Keinen gereuen.

Berlin, im Sommer 1844.

Vorwort zur dritten Auflage.

Die vorliegende Schrift ist nicht für Kenner der Astronomie, sondern für die Nicht=Kenner, für selbstthätig Lernende, besonders aber für Solche, bestimmt, die eines Leitfadens beim Lehren des Allgemein=Wissenswürdigen bedürfen. Diesen Zwecken gemäß mußte jetzt, wie früher, auf Vieles, das der strengen Wissenschaft der Astronomie zugehört, verzichtet werden. Nicht in der Ausdehnung und in der Fülle, sondern in der Beschränkung und in der Auswahl ist hier, wie in jedem Elementarbuche, ein Preis zu gewinnen. Wer dem beistimmt, möge über das Ganze urtheilen! Ein solches Elementarbuch zu schreiben, ist nicht ohne Mühe; „nur dem genialen Geschlecht wird es im Traume beschert", sagt Schiller, der von Natur Hochbegabte, der außerdem die Unsterblichkeit seiner Anstrengung verdankt. Wenn das von den Größten gilt, was wird dann von uns gelten? Also Anstrengung — auch darum, damit wir das Recht haben, von unsern Schülern Anstrengung zu heischen. Unsre, der Lehrer, Anstrengung ist mehr auf die Form als auf den Inhalt gerichtet. Diesen empfangen wir von den Forschern, welche an den Grenzen des menschlichen Wissens arbeiten und das bisher Unbekannte offenbaren; jene aber ist unser freies Werk. Unser Arbeiten besteht wesentlich darin, daß wir bearbeiten. Das Denken ist mehr werth als das Gedachte. In der Methode ruht die Stärke der Schule. Ein unendlicher Unterschied besteht darum nach wie vor zwischen der sogenannten (!) wissenschaftlichen Weise, die von Grundsätzen, Definitionen und Principien ausgeht, deducirt und subsumirt, und unsrer Weise, der Elementarmethode. Ich sage, ein unendlicher Unterschied liegt dazwischen, ob ich docire: das ist so, und hier ist der Beweis; oder ob ich sage und verlange: denke darüber nach, wie es ist! Ein Erddiameter liegt zwischen diesen Weisen und — worauf es eben ankommt — ihren Resultaten. Dies ist ein altes Lied. Gar Mancher hat es singen hören, aber ohne die Melodie zu verstehen. Das Gute, wie das

Schlechte, dringt nur da ein, wo Empfänglichkeit dafür stattfindet. Heil dem künftigen Lehrer, der als Schüler wahren Inhalt in der rechten Weise empfängt, d. h. sich erwirbt! Merke: erwirbt, erarbeitet, ergreift. Ohne Selbstthätigkeit des Lernenden, ohne dem Lernstoff entgegenkommendes (aber darum nicht von vorn herein als da seiend, existirend, vorauszusetzendes — ein Merkmal fauler Lehrer!) Interesse bringt er es höchstens zum äußerlichen Wissen, Gehört= und, wenn er ein glückliches Gedächtniß hat, Behalten=Haben, zu einer Art Innehaben und im allerbesten Falle Begreifen, aber darum noch nimmermehr zum Besitz und zu freier Verwendung des Besitzthums. Worüber der Mensch geistig frei soll schalten und walten können, das muß er, er selbst, sich erarbeiten. Dabei bleibt es, wenn es auch bis zu diesem Tage Tausende von denen, welche sich über Unterrichten, Erziehen und Bilden ein Urtheil zutrauen oder anmaßen, weil sie (nach Dinter als Obendrüberhinseher) äußerlich dazu berufen sind, nicht begreifen. Religiöse Lieder, den Katechismus und Sprüche lernen — nennen sie Religion lernen und lehren; Ansprachen in salbungsvollem Kanzeltone mit darauf folgendem Händeaufheben anhören und empfangen, nennen sie — erbauen; geographische und historische Notizen sammeln und behalten, nennen sie — Geographie und Geschichte lernen 2c. 2c. Was also ab= und hingerichtete (geistig getödtete) Schüler „nicht gehabt" haben, darauf versuchen dieselben gar nicht einzugehen, weil sie es nicht für möglich halten, etwas wissen zu können, was „man nicht gehabt hat". Von selbsteignem, heiterem Nachdenken keine Spur! Solcher Schüler giebt es noch viele; und so lange es noch einen einzigen giebt, muß man gegen diese Menschentödtungsmanier — wüthen. —

Nur angedeutet werde hier die bekannte Wahrheit, daß im Lehren an sich zwar das Talent entscheidet, daß dasselbe aber zur Unterlage der Gesinnung, der Gesinnung bedarf, — die jedoch in Worten bloß zu legen derjenige eine gerechte Scheu hat, der ein schamhafter Mensch ist und darum sich nicht entschließen kann, sein Innerstes vor profanen Augen zu entblößen. Von Gutgesinntheit und Gesinnungstüchtigkeit haben wir nur zu viel hören müssen. Der Leser vergesse auch den pädagogisch=tiefsinnigen Spruch Schleiermacher's nicht: „In das Innere meines Verstandes kann ich Niemand einführen, wenn ich nicht zugleich von der Unverdorbenheit und Rechtschaffenheit seines Gemüths überzeugt bin." —

Man verlangt zur Grundlage aller Bildung feste, unerschütterliche Thatsachen! Hier sind ihrer. Nur das Bewährte hält man für den Jugendunterricht geeignet. Hier ist desselben. Man will objective Wahrheit; wo ist deren mehr als in der Astronomie? Sie wird noch bestehen, wenn von dem, was man häufig der Jugend als „unerschütterliche, ewige Wahrheit" vorträgt, vorsagt und von ihr nachsprechen läßt, wenig mehr übrig sein wird. Schauerlich ist der Gedanke, sein Streben, vielleicht sein ganzes Leben der Verbreitung von Vorstellungen zu widmen, die möglicher Weise — schon morgen nicht mehr wahr sind.

Unheimlich ist schon der Gedanke, ein Apostel zu sein von „Wahrheiten", denen die „Apostel andrer Wahrheiten" widersprechen. Solche unheimlichen Gefühle und Schauer kommen, nachdem Copernicus und Newton die Astronomie den Kinderschuhen enthoben haben, über den Lehrer dieser Wissenschaft nicht. Sie ist dieselbe für die geknechteten Chinesen und Hindu's, wie für die freien Amerikaner und die civilisirten, gelehrten und gelehrigen*) Europäer. Darum ist sie ein universales, allgemein-menschliches Bildungsmittel; unter den Bildungsmitteln, die man humaniora nennt, nimmt sie eine der ersten Stellen ein. Darum ist es so schwer begreiflich, daß man ihre Kenntniß nicht von denjenigen, welche man beruft, den Menschen die Gottheit zu offenbaren, als ein unerläßliches Wissen verlangt. Jedes Wesen wird doch hauptsächlich aus seinem Wirken erkannt!

Um die Wichtigkeit dieser Wissenschaft für Theologen, so wie überhaupt den Einfluß des nach ehemaligem Sprachgebrauch profanen Wissens auf die Theologie und Religion, zu begreifen, braucht man nur beispielweise an die Aenderung zu denken, welche die Vorstellung vom Jenseits und, dadurch rückwirkend, die vom Diesseits erlitten hat, seitdem man weiß, daß der Weltraum unendlich, daß er überall mit Körpern besetzt ist. (?) Aber was will dieses, so wichtig es geworden, verschlagen gegen den positiv fördernden Einfluß der wirklichen Erkenntniß der Weltgesetze, die nicht im theologischen Sinne des Wortes gegeben oder offenbart worden ist, nicht offenbart werden kann, sondern vom Einzelnen selbstthätig erworben werden muß, wie sie im Ganzen vom Menschengeschlechte erobert oder entwickelt und dadurch an das Licht gebracht worden! Wie wichtig ist nicht für einen Jeden die lebendige Einsicht in die Entstehungsgeschichte menschlicher Erkenntniß, die nirgends so hell leuchtet als in der Astronomie, wie wichtig überhaupt die Wahrheit, daß ein gegebenes Wissen dem Begriff des Erkennens widerspricht, da es als unsre (theoretische) Freiheit erobert werden muß!**)

Die Astronomie verführt den Lehrer nie zu der Unmethode, den Schülern Sätze vorzusprechen, die sie nicht verstehen; nie zu der Tyrannei, diese Sätze auswendig lernen zu lassen und dadurch die, ohnedies noch schwache Flugkraft des Geistes der Schüler zu lähmen; sie flößt dem Lehrer nicht die Besorgniß ein, daß der herangereifte, zum Selbsturtheilen angeleitete, zu Lebenserfahrungen und zur Kenntniß der Ansichten gebildeter Menschen vorgedrungene Schüler sich weigern werde, die (nicht-dogmatisch) vorgetragenen Sätze anzuerkennen; sie erlaubt nicht einmal den Gedanken, dem Schüler irgend eine andre, als etwa eine historische Thatsache oder Wahrheit, vorzusagen und auf die gläu-

*) Schauerlich wird einem auch dabei zu Muth, wenn man überlegt, was Alles der Mensch zu lernen vermag, wozu er erzogen und abgerichtet werden kann. (!)

**) Wer eine weitere Ausführung obiger Andeutungen kennen zu lernen Lust hat, lese mein „Pädagogisches Jahrbuch für 1852, Baensch in Leipzig." (20 Sgr.)

bige Annahme derselben zu dringen; sie gestattet die Durchführung des großen Entwicklungsprincips, welches verlangt, daß dem Schüler nicht ein einziger Satz, nicht eine einzige Vorstellung (nie und nirgends) dargeboten werde — ohne Verständniß. In der That, wenn es sich so verhält, und es verhält sich so, so muß die Astronomie eine herrliche Wissenschaft, ein treffliches, unübertreffliches Bildungsmittel sein! —

„Es war" — sagt Tegner in seinen Reden (übersetzt von Tinette Homberg, Frankfurt a. M. 1844, S. 159) — „ein ordnender Geist, welcher die Welt aus dem Chaos emporhob; ohne Ordnung würde sie in dasselbe zurückgesunken sein. Diese Ordnung ist ein= für allemal bestimmt. Die Naturgesetze sind die Paragraphen in dieser großen Ordnungsbestimmung, und kein Reichstag hat noch das Grundgesetz der Welt verändert. Wie nach dem Glockenschlage fährt die Sonne mit ihrem Wagen dahin, und ihr habt wohl nie gehört, daß der Mond sich verschlafen hätte." —

„Er treibt sie aus zu goldnen Thoren,
Er überzählt sie jede Nacht,
Und hat der Lämmer keins verloren,
So oft er auch den Weg vollbracht." (Schiller.)

Die Astronomie erweitert des Menschen Blick und erhebt ihn über engherzige, locale Auffassungen und Ansichten. Daß Jeder seine Weltansicht von seinem Standpunkt aus beginnt, bedarf keiner Entschuldigung, das versteht sich von selbst, es kann und darf nicht anders sein. Wer aber dabei stehen bleibt, wer nie erfährt, wie die Welt auf andern Standpunkten aussieht, sich nicht auf andre Standpunkte zu stellen, sich nicht zu allgemeinen, universalen, dem ganzen Menschengeschlecht gemeinschaftlichen Ansichten zu erheben vermag: der ist recht eigentlich ein an die Scholle gefesselter (glebae adscriptus), ein bornirter Mensch. Die Astronomie ist das vorzüglichste Mittel, sich zu großartiger Weltanschauung zu erheben. Das Handeln des Mannes wird freier, wenn „das Haus sich dehnt", und die Winzigkeit der Ansichten verschwindet, wenn die Räume wachsen. Um bei sich recht daheim zu sein, muß man ein Weltbürger werden, und um das Erdenleben zu fassen, muß man in die Himmelsräume hinein schreiten und sie umfassen. Ich wüßte auch kein anderes Wissen zu nennen, das den Menschen in gleichem Grade erhebt und — beruhigt*). Wahrlich, in der Unruhe und dem Streit der Gegenwart fühlt der aus diesen Conflicten

*) „In solchen Anregungen ruht eine geheimnißvolle Kraft; sie sind erheiternd und lindernd, stärken und erfrischen den ermüdeten Geist, besänftigen oft das Gemüth, wenn es schmerzlich in seinen Tiefen erschüttert oder vom wilden Drange der Leidenschaft bewegt ist. Was ihnen Ernstes und Feierliches beiwohnt, entspringt aus dem fast bewußtlosen Gefühl höherer Ordnung und innerer Gesetzmäßigkeit der Natur; aus dem Eindruck ewig wiederkehrender Gebilde, wo in dem Besondersten des Organismus das Allgemeine sich spiegelt, aus dem Contraste zwischen dem sinnlich Unendlichen und der eignen Beschränktheit, der wir zu entfliehen streben." (Kosmos I. S. 6.) —

heraus=, zu ihr hintretende Mensch recht innig und tief ihre besänftigende, veredelnde Kraft. In ihr herrscht keine Feindschaft und kein Haß. Sie entwurzelt diese herzanfressenden Dämone. In voller Wahrheit, sie ist eine herrliche, erhabene, weil erhebende Wissenschaft. Wie kann es auch anders sein, da ihre Gesetze und Regeln nicht auf Menschenmachwerk, sondern auf den Baumeister der Welt zurückweisen! Darum sollte es keinem, auch nicht einem Menschen vorenthalten werden. Einstens hatte ich die Freude, einen katholischen Schulinspector in der Schule lehrend anzutreffen. Er gab regelmäßig Stunden. Womit beschäftigte er seine Landkinder? Mit mathematischer Geographie und Astronomie — versteht sich in populärer Weise. Die Schule war trefflich dazu gelegen — auf einer Anhöhe. Aber auch in Thälern geht es. Ob der Mann recht daran that? Ist es noch eine Frage? —

Was du denkst — sagt unser Schiller — gehört Allen; was du fühlst, ist dein eigen. — Und ein andres Wort von demselben „Kenner der Höhen und Tiefen": „Was er weise verschweigt, zeigt mir den Meister des Styls", kann man auf den Lehrer anwenden und sagen: In dem, was er weise verschweigt, zeigt sich der Meister im Lehren. Und ein drittes Wort: „Schwatzet mir nicht so viel von Nebelflecken und Sonnen!" ist auch heute noch ein sehr zu beherzigender Spruch. Durch kein Laster schadet man der Jugend, auch in Schulen, mehr als durch das Laster der Schwatzsucht, dieser Manie,

---

„Generelle Ansichten erhöhen den Begriff von der Würde und der Größe der Natur; sie wirken läuternd und berichtigend auf den Geist"*). (S. 23.) —
„Wem seine Lage es erlaubt, sich bisweilen aus den engen Schranken des bürgerlichen Lebens heraus zu retten, erröthend, daß er so lange fremd geblieben in der Natur und stumpf über sie hingehe, der wird in der Abspieglung des großen und freien Naturlebens einen der edelsten Genüsse finden, welche erhöhete Vernunftthätigkeit dem Menschen gewähren kann. Das Studium der allgemeinen Naturkunde weckt Organe in uns, die lange geschlummert haben." (Kosmos I., S. 34.) — Auch die Phantasie oder productive Einbildungskraft wird in der belebendsten Art erregt. Pythagoras vernahm „die Harmonie der Sphären." Eben so unser Schiller („das Eleusische Fest"):

„Ehre das Gesetz der Zeiten
Und der Monde heil'gen Gang,
Welche still gemessen schreiten
In melodischem Gesang."

Ist es, frage ich in vollem Ernste, nachdem man weiß, daß überhaupt ein Wirken durch den leeren Raum undenkbar ist, die Räume, in welchen die Kometen laufen, mit einem widerstehenden Mittel erfüllt sind, ist es, frage ich, unmöglich oder nicht vielmehr wahrscheinlich, daß die viel schneller als Kanonenkugeln durch die Räume hindurchfahrenden Weltkörper Töne erzeugen, welche sich zu einer Harmonie vereinigen mögen? — „Im Beginn der Entwicklung" — sagt ein geistvoller Mann — „sucht der Mensch das große in Raum und Zeit. Das ist der Vorschlag, der Auftakt der Phantasie; sie ist die Bildervernunft, die Idee, welche sich in Raum und Zeit bespiegelt, der Weltgeist in sinnlicher Gestalt, die plastische Kraft der Natur, getragen, vergeistigt und bewußt gemacht in der Idee der Welt." —

*) Er „sucht den ruhenden Pol in der Erscheinungen Flucht." Schiller.

die so Viele ergriffen hat, seitdem man auf das Bekenntniß von Worten wieder so viel Werth zu legen angefangen hat! Wehe der Geistesbildung in den Schulen, in welchen ein Schwätzer regiert! Das große Publicum hat darüber keine Stimme, von tausend Laien kaum einer. Man meint, wer eine gewandte Zunge habe, wer, „von Allem zu sagen wisse" und immer dazu bereit stehe, seine Weisheit auszukramen, sei ein Lehrer. Kein Irrthum ist verbreiteter, keiner schadet mehr als dieser. Der Meister zeigt sich, was das Innerste betrifft, in dem weisen Schweigen, er lehre durch den lebendigen Mund oder durch die todte Schrift. Aber was wird solche Warnung helfen in einer Zeit, in der man den Werth des Lehrers nach der Zungengeläufigkeit oder Rechtgläubigkeit zu messen pflegt! In dieser Wahrheit liegt ein Urtheil über die Richtung, in die man auch die Lehrer hineinlenken möchte! Ist dieses eine Verleumdung? —

Das Universum ist ein vollkommenes Werk.

„Fertig von Ewigkeit her steht es vollendet vor dir!" (Schiller.)

Was lehrt es dich? Nichts weiter als mathematische Bestimmungen, formelle Gesetzmäßigkeit? Ich denke, auch noch Anderes!

„Immer strebe zum Ganzen!" „Lebe im Ganzen!"
„Schließ an ein Ganzes dich an!" (Schiller.)

Oder:

„Wirke, so viel du willst, du stehst doch ewig allein da,
Bis an das All die Natur dich, die gewaltige, knüpft."
(Schiller.)

„Siehe, voll Hoffnung vertraust du der Erde den goldenen Samen,
Und erwartest im Lenz fröhlich die keimende Saat.
Nur in die Furche der Zeit bedenkst du dich Thaten zu streuen,
Die, von der Weisheit gesä't, still für die Ewigkeit blüh'n?"
(Schiller.)

„Selbstgenügsam willst du dem schönen Ring dich entziehen,
Der Geschöpf an Geschöpf reiht in vertraulichem Bund?
Willst du, Armer, stehen allein und allein auf dich selber,
Wenn durch der Kräfte Tausch selbst das Unendliche steht?"
(Schiller.)

Und Jean Paul: „Vor den Sternen ist nichts Großes auf Erden und nichts Kleines in der Brust", d. h. alles äußerlich Prunkende auf Erden erblaßt und verschwindet vor dem Glanze da oben; aber mit dem, was der Mensch in seiner Brust trägt, geht er auch über — Sterne hinaus. Er dringt ein in das Unendlich-Große, wie in das Unendlich-Kleine und das Unendlich-Tiefe. Auf jenen Wegen sind die Bessel und Ehrenberg seine Führer. Teleskope und Mikroskope die Werkzeuge; auf diesem Wege leitet ihn die Selbsterforschung des eignen Geistes — auch in dem Menschen giebt es unergründliche Tiefen. Wo das sichere Wissen aufhört, da treten Vermuthungen, Ahnungen, Hoffnungen ein. — Endlich, welchen großen, erhebenden Genuß gewährt die Geschichte der Astronomie, da sie zeigt, wie der nach Wahrheit forschende Geist sie trotz Inquisition und „heiliger" Hermandad endlich aus den mittelalterlichen Banden des Aberglaubens befreit und sie, wie

Lichtenberg bemerkt, aus den Händen „Sr. Heiligkeit des Papstes" erlöset hat, der das Weltgebäude wie ein „Filial seiner Herrschaft" zu behandeln pflegte. „Dieses that ein Domherr" — fügt Lichtenberg hinzu — „ein Domherr des 15ten Jahrhunderts, mitten unter Domherren, das will etwas sagen." Ein Vorbild der künftigen Geschicke andrer Systeme, die unter uns noch grassiren! —

Doch ich breche ab. Sonst wird dieses (dritte!) Vorwort zu einer Abhandlung. Es wäre noch von Manchem zu reden, namentlich von dem Weltall und der Natur überhaupt als einer heiligen Symbolik*). Wer sich eine lebendige Erinnerung aus seinen Kinderjahren, von dem ersten Erwachen des Bewußtseins an den Erscheinungen der heiligen (!) Natur, der Mondessichel in einer stillen Winternacht über Schneefeldern und über bereiften Waldbäumen, oder an der aufgehenden Sonne aus dem Meeresspiegel oder hinter Gebirgen bewahrt hat, den erinnert der Anblick derselben Erscheinungen im späteren Leben an Ereignisse, Zustände und Personen, welche das Gemüthsleben fundirten und mit unauslöschlichen Zügen der innersten Seele des Menschen eingegraben bleiben. Aber ich gedenke der oben schon ausgesprochenen Warnung vor der Schwatzsucht, ich denke an Schiller's Wort: „Spricht die Seele, so spricht, ach! schon die Seele nicht mehr"; ich weiß, daß ein richtiger Mensch es nicht liebt, das, was von selbst die Phantasie und die Seele hinzuthut, schulgerecht dargestellt und vorgezählt zu erhalten. Der Grund, welcher das Schweigen oder die Beschränkung auf Andeutung der Beziehungen des Aeußeren zu einem Innern, der Beschränkung auf schwache Hinweisung auf das, was die sinnlich-rationelle Erkenntniß der himmlischen Erscheinungen noch weiter und über diese Erkenntniß hinaus wirken kann, ich sage, der das Schweigen darüber in einem für ein gemischtes Publicum bestimmten Buche vollkommen rechtfertigende Grund ist der, daß dieses Mehr oder Darüber-hinaus zu sehr der Sphäre der Subjectivität und der momentanen Stimmung angehört, als daß man bei ihrer Auseinandersetzung auf allgemeine Zustimmung rechnen dürfte. Ich halte auch nichts für gefährlicher für die Wahrheit oder Wahrhaftigkeit des innersten Lebens, als die durch die Darstellung individueller Stimmungen gegebene Veranlassung, daß Andere dieselben in Passivität hinnehmen und — nachsprechen, d. h. gedankenlos!, papageienmäßig und servil nachbeten. Das sich in wissenschaftlichen Verhandlungen also äußernde Subject selbst kann dabei des Verdachts der Ostentation kaum entgehen, und es selbst muß obendrein dabei wohl gar von dem Gedanken an die Möglichkeit einer Profanation beschlichen werden. „Speculation auf lohnenden Anklang

*) Diese heilige Symbolik der Natur verkündet und veranschaulicht — was die Hauptsache ist — keine Schrift deutlicher, nachdrücklicher und wahrer als das poetische, die Kindheit verklärende „Buch der Kindheit von Bogumil Goltz, zweite Auflage, Berlin, 1854" (1 Thlr. 10 Sgr.), welches von keinem Erzieher ungelesen und unbeachtet bleiben sollte. Ich bitte, diese Behauptung wenigstens dies Mal nicht für eine literarische Phrase zu halten.

sentimentaler Seelen und kluge Berechnung auf ungeheuern Absatz", denkt Dieser und Jener. Aber im Ernste: Nicht Alles ist für Alle. Nicht für Jeden ist die Welt eine Chiffernschrift; wenigstens hat sie noch Keiner auf eine allgemein-gültige, wissenschaftliche Weise gelesen und entziffert. Auch gilt hier wieder ein Wort Schiller's: „daß Mancher in ihr lieset, was er selber in sie geschrieben". Jeden Falls thut man in solchen Situationen, wenn man anders nicht ganz darüber schweigen kann, am besten, die Worte Andrer zu citiren, nur kurze Andeutungen zu geben. „Was du fühlst, ist dein eigen." — Und wer hätte es als Schüler oder Zuhörer nicht schon erlebt, daß eine Miene, ein Hauch, ein Wort, unwillkührlich die Stimmung oder Bewegung des Lehrers verrathend, einem unerwartet das Auge treffenden Nordlichtscheine zu vergleichen, das Innere mehr zu erregen im Stande gewesen, als breite, absichtlich salbungsvolle Darlegung dessen, was man dabei denken und — pflichtschuldigst empfinden sollte. Darum auch hier genug davon; auch kein Wort über die Entrüstung, welche die Anmuthung des Letzteren, besonders von „heiliger Stätte" aus, in dem aufrichtigen, sich selbst vertrauenden, wahrhaften Gemüth des Hörers zu erwecken nimmer verfehlen kann. Der Sinn des Menschen ist auf die Wahrheit gerichtet. Schon das Kind kennt nichts Höheres, fragt stets nach ihr. Und wer die Wahrheit liebt, der sieht die Wahrheit. Mit vollem Vertrauen setze man sich daher den Einwirkungen des Universums aus! Es ist mächtig genug, um mit dem zu wirken, was es enthält, und dem Menschen fehlt dazu weder die Empfänglichkeit, noch die Lust. Wollte man nur der Natur der Dinge mehr vertrauen und Menschen uud Dinge wachsen lassen! — Entwicklungsfreiheit! —

Aus allen diesen Gründen wollen wir uns in dem Streben, die Intelligenz zu fördern, nicht irre machen lassen, sondern fortfahren, der Jugend eine Erkenntniß, die unabsichtlich (das ist das Große!) die angedeuteten Beziehungen und Richtungen veranlaßt, zugänglich zu machen. Und wenn sie keinen andern Nutzen hätte, als daß sie durch die Kenntniß der Naturgesetze die Romantik, die Glaubensphantastik und den Aberglauben untergräbt und die Wiederkehr dieser Unholde unmöglich macht, so ist sie alles Fleißes und Preises werth. Alle Kenner der Sache und des öffentlichen Unterrichts sind der Meinung, daß die Astronomie noch nicht zu dem Rechte gelangt sei, das ihr gebührt. Es wird dies aber in dem Grade mehr und mehr der Fall sein, als sich das Wissen von ihr ausbreitet*).

*) „Doch wir sind ohne Furcht (daß die Astronomie nicht allgemeinen Eingang in die Kreise der Gebildeten finden werde). Ihre innere Trefflichkeit, die Consequenz ihrer Lehrsätze, die überraschend großartigen Resultate, zu denen sie geführt hat und führen wird, ihr ernster und — wenn der Ausdruck erlaubt ist — religiöser Charakter — religiös, nicht im beschränkten, engherzig-kirchlichen, sondern im universellsten und erhabensten Sinne, den dieses Wort haben kann — muß die Zahl ihrer Verehrer fortwährend wachsen lassen, und da sie kein System als das der Natur, kein Vaterland als die Wahrheit kennt,

Dazu mitzuwirken, ist der Anstrengung werth, und dazu mitgewirkt zu haben, ist des Lohnes genug.

Vorwort zur vierten Auflage.

Die Astronomie gehört, wie alle Wissenschaften, besonders die Naturwissenschaften, zu den fortschreitenden (progressiven). Ihr Inhalt wird erweitert, ihre Bestimmungen werden immer genauer. Deshalb erfordert jede neue Auflage eines Buches, wie das vorliegende, die bessernde Hand. In den letzten 4 Jahren sind neue Planeten entdeckt worden; ihr Verzeichniß ist daher in diese neue Auflage aufgenommen 2c. —

Die Kenntniß der Astronomie gewinnt an Wichtigkeit. Von allen Wissenschaften sind die Naturwissenschaften am meisten im Fortschreiten begriffen. Kein auf Bildung Anspruch machender Mensch kann sie unbeachtet zur Seite liegen lassen*). Das Bekanntwerden mit ihnen hat daher auch für den Lehrer eine erhöhte Bedeutung.

---

so wird sie nie an individuelle Ansichten und Richtungen gebunden sein und nie Parteizwecken dienen. — In ihr wird der Geist Erhebung und Kräftigung, das Gemüth Sammlung und Ruhe finden; zu ihr werden sich endlich alle wenden, die ein Höheres suchen, als diese Erde ihnen bieten kann." —

„Jedem, noch durch kein Vorurtheil verblendeten Menschen sagt es eine innere Stimme, daß er in der Naturbetrachtung die Gottheit finden werde; und von welchem Zweige des Wissens gälte dieses mehr als von der Astronomie!" (Mädler, astronomische Briefe. Mitau, Reyher, 1846, S. 490 f.) Und denjenigen, welche von der Astronomie und den Naturwissenschaften überhaupt befürchten, sie würden das Interesse für andre Wissenschaften in gefährlicher Weise beeinträchtigen, wiederholen wir ein Wort von Al. v. Humboldt (Kosmos I. S. 36.): „Die Vorliebe für Belebung des Gewerbfleißes und die Theile des Naturwissens, welche unmittelbar darauf einwirken (ein charakteristisches Merkmal unsers Zeitalters), kann weder den Forschungen im Gebiet der Philosophie, der Alterthumskunde und der Geschichte nachtheilig werden, noch den allbelebenden Hauch der Phantasie den edlen Werken bildender Künstler entziehen. Wo, unter dem Schutze weiser Gesetze und freier Institutionen, alle Blüthen der Cultur sich kräftig entfalten, da wird im friedlichen Wettkampfe kein Bestreben des Geistes dem andern verderblich. Jedes bietet dem Staate eigne, verschiedenartige Früchte dar: die nährenden, welche dem Menschen Unterhalt und Wohlstand gewähren, und die Früchte schaffender Einbildungskraft, die, dauerhafter als dieser Wohlstand selbst, die rühmliche Kunde der Völker auf die späteste Nachwelt tragen. Die Spartiaten beteten, trotz der Strenge dorischer Sinnesart: „„die Götter möchten ihnen das Schöne zu dem Guten verleihen"." —

*) Die Zahl der populären Schriften über Astronomie und Naturkunde überhaupt mehrt sich. Die Engländer und Franzosen sind uns in der Virtuo-

Die Astronomie als Naturwissenschaft stellt den, der sich mit ihr beschäftigt, in die Natur. Nur auf diesem Standpunkte ist eine natürliche, gesunde und wahre Betrachtungsweise der Dinge möglich; durch ihn wird man unmittelbar in die Gegenwart eingeführt und dadurch befähigt, die Vergangenheit in der Beziehung, was sie Wahres zu Tage gefördert und in wie fern sie die richtige Bahn zur Cultur eingeschlagen hat, richtig zu würdigen. Der gesunde, zum Schaffen bereite Mensch beurtheilt die Gegenwart nicht nach der Vergangenheit, sondern die Vergangenheit nach der Gegenwart. Die Gegenwart steht auf den Schultern der Vergangenheit, ist über sie hinausgeschritten. Das Unvollkommne hat sein Maaß an dem Vollkommneren. Unnatürliche, verschrobene, widerwärtige Systeme und Richtungen werden in ihrer Verkehrtheit an der Natur und durch die Natur (die äußere und die innere) erkannt und beseitigt; die Karikatur wird als solche an der Natur erkannt. Für die Rückkehr zu natürlichen Verhältnissen, Zuständen, An- und Einsichten ist darum das Studium der Natur von der höchsten Bedeutung.

Diesen natürlichen Erfolg des Studiums der Natur schlage ich höher an, als die unmittelbare Kenntniß derselben; diese Folgen erstrecken sich bei einem consequenten Menschen über sein ganzes Denken und Thun, über seine ganze Weltauffassung und Weltstellung. Die Wahrheit der Natur kann nicht verstümmelt werden. Alle übrige „Wahrheit" findet deshalb an der einmal erkannten Naturwahrheit ihre Controle. Nur im unmittelbaren Verkehr mit der Natur geneset der Mensch, legt er alle überspannten, alle über- und widernatürlichen Vorstellungen und Einbildungen ab.

Ohne Bildung und Erfahrung durch Natur sind alle Menschen dem Aberglauben unterthan; seine Macht ruht auf der Unwissenheit und Dummheit der Menschen.

Was der Naturwahrheit widerspricht, ist falsch; wie Alles, was mit der Natur nicht harmonirt, widerwärtig und verkehrt ist. Alles in der Natur steht mit einander in vollkommner Einheit und Harmonie. Wer daher auch in menschlichen Verhältnissen zur Erreichung dieses Zieles mitwirken will, wende sich zur Natur! Wie wichtig dieses ist, kann man sowohl an der Naturbeschaffenheit derjenigen Menschen erkennen, welche vorzugsweise unter Natureinflüssen stehen, als auch an

---

sität gemeinverständlicher Darstellung des Inhalts der exacten Wissenschaften voraus; aber wir haben darin in den letzten Jahrzehnten bedeutende Fortschritte gemacht. Die Astronomie wird dadurch nach und nach ein Gemeingut gebildeter Menschen. In größeren Städten nehmen schon Frauen an populären Vorlesungen Theil; darum werden, hoffen wir, auch die Männer, besonders Lehrer, nicht zurück bleiben wollen. Und dieser Umstand wird die eigentlichen Wissenschafter mehr und mehr ermuthigen, sich populärer Darstellung zu befleißigen — ein Gewinn, wenn auch nicht gerade für die Wissenschaft selbst, doch für die allgemeine Bildung. Der Lehrer hat dazu überall den Grund zu legen; folglich darf ihm die erforderliche Kenntniß und die Begabung, sie zu verbreiten, nicht abgehen.

denjenigen, welche sich ihnen entziehen und den Einfluß des Naturstudiums auf ihre Systeme, Erfindungen und Richtungen fürchten. Die letztere Erscheinung enthält einen negativen, jene einen positiven Impuls zur Beschäftigung mit der Natur. Vor ihrem Antlitze besteht kein künstliches Gemächte, und abergläubische Meinungen verschwinden vor ihr, wie Nachteulen vor der Sonne. In den Naturwissenschaften liegt eine natürliche Gegenwirkung gegen Reactionsversuche, Verfinsterungssysteme und Plane. Alle wahre Aufklärung ist eine Frucht wahrer Naturkenntniß und frischer Entwicklung der eignen Natur. Verschrobene Menschen — sei nun die Verschrobenheit eine Wirkung schlechter Einwirkung von Außen durch künstliche Systeme*), oder eine Folge naturwidriger Lebensweise — hassen die Natur — ein lehrreicher Fingerzeig für Jeden, der der äußeren und innern Natur zu vertrauen nicht verlernt hat.**)

---

*) Ein Herr Dr. Richers aus der Lüneburger Haide versuchte es, in einer Vorlesung des „evangelischen Vereins zur Beförderung der innern Mission" am 29. März 1852 in Berlin (!) den Beweis zu führen, daß der Abfall von Gott, Christenthum und Kirche von den Naturwissenschaften herrühre. Und ein Herr Wilhelm Gärtner, Priester in Wien, lieferte, ebenfalls im J. 1852, in seinem Buche „Natur und Geist" eine katholische Kosmologie. Vor solchen Leistungen muß sich eine katholische Pädagogik oder auch eine lutherische verkriechen. Man kann dabei nur bedauern, daß man durch solche und ähnliche Erscheinungen und Thatsachen die Fähigkeit zu erstaunen ganz verlernt. — — —

**) Die neuesten Ankläger der Copernicus-Kepler-Newton'schen Astronomie, die Herren Schmitz, Rettig, Weinbach, Schöpffer, Frantz, Ludewig rc. widerlegen zu wollen, hieße den Versuch machen, Mohren weiß zu waschen.

Der Gedanke einer unabänderlichen, gesetzlichen Wirksamkeit der Natur hat für manche Menschen etwas Grauenhaftes. Selbst die aus der Natur der Dinge abgeleitete Vorstellung einer Weltvernunft, der Gedanke eines Weltvernunftreiches (der Grundgedanke der Oersted'schen Schriften) versöhnt sie nicht. Warum? — — —

In der Natur leben, weben und sind wir, sie ist das den Menschen Umfassende; sie ist es, durch deren Hinwegnahme auch seine eigene Existenz aufgehoben wird; sie ist es, durch die er besteht. Den Menschen von der Natur losreißen, ist eben so viel, als wenn man das Auge vom Lichte, die Lunge von der Luft, den Magen von den Nahrungsmitteln absondern und zu einem für sich selbst bestehenden Wesen machen wollte. Den Menschen von der Kenntniß und Erforschung der Natur abhalten, heißt ihm die Quelle der unmittelbaren Wahrheit verstopfen und ihm das Heilmittel gegen jedwede Art von Verschrobenheit und Unnatur entziehen. —

Zu dieser Verschrobenheit gehören auch die religiösen Scrupel bei dieser oder jener Entdeckung, d. h. Wahrheit in der Natur. Die Astronomen bekümmern sich darum nicht. Ja sie erblicken in der durchgängigen Gesetzlichkeit der Naturerscheinungen einen Beweis für das Wirken des Weltschöpfers. So sagt Mädler (populäre Astronomie, Berlin 1848, 4. Aufl. S. 307): „Das Walten einer allmächtigen und allweisen Vorsehung kann nur da mit unerschütterlicher Gewißheit von uns erkannt werden, wo wir eine bestimmte gesetzliche Ordnung in den Veränderungen wahrnehmen. So hat die weitere Forschung von System zu System hinauf keineswegs eine bloß astronomische, sondern vielmehr noch eine ethisch-religiöse Bedeutung, die freilich ihre volle Anerkennung erst in

Mehr braucht zur Anerkennung der hohen Wichtigkeit des Studiums der Natur und eines naturgemäßen Lebens nicht gesagt zu werden.

Möge auch dieses Buch zur Förderung so wichtiger allgemeinen Culturzwecke das Seinige beitragen! —

Mancherlei ließe sich noch sagen über dasselbe, namentlich über die Behandlung des Stoffes in demselben. Ich beschränke mich aber auf drei Bemerkungen.

Der Titel ist umgetauft, der der früheren Auflagen: „Mathematische Geographie und populäre Himmelskunde" in den jetzigen, nach meinem Bedünken zutreffenderen umgewandelt.

Die zweite Bemerkung betrifft die objective Methode. Dieselbe verlangt nicht nur sach= und bildungsgemäße Vertheilung des Stoffes, sondern auch logische Einheit und Harmonie. Von dieser letzteren Forderung ist hier und da absichtlich abgewichen worden, in doppelter Hinsicht: auf manches erst später Erörterte ist auf einer früheren Stufe hingedeutet (dadurch fällt die Methode des Unterrichts mit der Entwicklungsgeschichte der Wissenschaft zusammen), und manches früher Erörterte ist später wieder herbeigezogen worden. Der systematische Logiker kann dieses tadeln, und in einem streng wissenschaftlichen, systematischen Werke mag es ein Fehler sein; nicht aber in einem populären, nicht der strengen Wissenschaft, sondern der allgemeinen Bildung dienenden Werke. Hier soll die Methode eine anregende, durch die Sache selbst antreibende Kraft haben, zu Vor= und Rückschau veranlassen und die Thätigkeit des Associations= und Combinationsvermögens begünstigen. Beides wird durch jene Abweichungen von dem streng logischen, einheitlichen Systeme erreicht.

Diesen Grundsatz gebe ich nebst allem Andern der Beurtheilung der Didactiker und Methodiker Preis.

Die dritte und letzte Bemerkung ist die Andeutung einer symbolischen Bedeutung der Bilder auf den Titeln. Als solche mögen die Leser sie betrachten und sie deuten!

Das erste Bild auf dem Umschlage vergegenwärtigt einen Ausspruch Schiller's: „Im stillen Gemach entwirft bedeutende Cirkel sinnend der Weise" u. s. w.

Das zweite, für sich klare Bild, ist der Orion. „Wer wüßte nicht, was Jeder dabei denkt!"

---

einem Jahrhundert finden wird, in welchem dogmatische Subtilitäten die Geister nicht mehr in zwei feindliche Lager zu theilen im Stande sind." Der Astronom steht auf keinem engherzigen oder einseitigen Standpunkte. Wir können zugeben, daß der Ausspruch jenes österreichischen Priesters, daß Alexander v. Humboldt ein „Seelenmörder" sei, zu den Ausnahmen gehöre, dürfen aber auch nicht vergessen, daß manche, in biblischen Geschichtsbüchern für Kinder vorkommende Geschichtserzählungen die Kinder auch zum physischen Aberglauben verführen kann. Bei diesem Worte fällt mir die Merkwürdigkeit ein, daß der geistvolle Verf. der „Zendavesta" in Leipzig im Ernste die Behauptung vertheidigt, Naturerkenntniß sei kein Mittel gegen den Aberglauben. —

Ein Geist der Finsterniß kann (wie ein dunkler Körper vor das ewig das Weltall durchstrahlende Licht der Sonne) vor das Licht der Vernunft hintreten und seine Verfinsterung versuchen; aber schon während dieses Versuches strahlt das Licht über den verfinsternden Geist hinaus und erscheint bald nachher in um so herrlicherem, erfreuenderem Glanze. Das Licht der Vernunft wird Niemand auslöschen, darauf verlasse man sich! Einem gewappneten Manne gleich schreitet der Geist des Lichtes und der Wahrheit durch alle Jahrhunderte; wie er erhaben und herrlich am sichtbaren Himmel da steht, so steht er jedem nach Wahrheit Durstenden am Himmel des Geistes.

Berlin, im Frühling 1852.

Vorwort zur fünften Auflage*).

Einer der weisen Beurtheiler dieses Buches tadelt die vielen Vorreden**). Manches Buch bedarf gar keines Vorwortes. Ein andres

---

*) Die fünfte Auflage ist 1858 von Dr. Gleuns in's Holländische übersetzt worden unter dem Titel: Het Heelal en ZLINE Wonderen u. s. w., te Sneek by van Deuten & Bleeker, in 2 Theilen. Die Natürlichkeit der holländischen Sprache ist dabei bemerkenswerth.

Aequinoctium — Nachteveningspunt; Antipoden — Tegenvoeters; gerade Aufsteigung — regte Opklimming; Atmosphäre — Dampkring; Drachenkopf — klimmende Knoop; Drachenschwanz — dalende Knoop; Excenter — Uitmiddelpuntige; Zenith — Toppunt; Sonnenfinsterniß — Zonsverduistering u. s. w.

**) Demselben weisen Kritiker gefallen auch die hier und da, den Vorreden wie dem Texte, eingeschobenen Bemerkungen und Andeutungen, die nicht direct zur objectiven Betrachtung gehören, nicht. Sie gefallen ihm nicht auf seinem orthodoxen Standpunkte. Dagegen ist nichts zu sagen; aber derselbe scheint nicht einmal zu wissen, daß es in aller Bildung durch Kenntnisse noch auf etwas Anderes ankommt, als auf diese materiellen Kenntnisse. Die kann Einer haben ohne allen Gewinn für wirkliche Menschenbildung, worauf es jedem wirklichen Pädagogen allein ankommt. Wenn dieser Kritiker anderwärts die materielle Richtung der Zeit tadelt, so muß man ihm sagen, daß er selbst als Lehrer, wegen obigen Umstandes, noch ganz in dem Materialismus steckt. — In jeder wahren Bildung steht Alles mit Allem in Verbindung. Natürlich kann diese Verbindung in einem, einem Fache sich widmenden Buche nicht überall gezeigt werden; aber darum sind Bemerkungen und Fingerzeige, welche diese Beziehungen andeuten, und in einem Naturbuche ethische Andeutungen eben an rechter Stelle. Wer einen Zweig des Wissens isolirt, kann ein großer Gelehrter sein; ein praktischer Volkslehrer ist er nicht. Der Zusammenhang der Naturkunde und Natureinsicht, nicht bloß mit Nationalökonomie ꝛc., sondern auch mit Religion und Politik ꝛc., ist nur dem Inhaber materieller Kenntnisse verborgen.

aber um so mehr, namentlich dann, wenn sein Verf. des Lehrers Blick nicht bloß auf die (objective) Sache, die er behandelt, sondern auch auf die Zeit richten will. Jedes Buch hat eine Geschichte, im besten Falle eine innere Entwicklungsgeschichte. Der Verf. eines solchen hat das Recht — um nicht zu sagen Pflicht — auf dieselbe hinzudeuten. Sein Buch ist ein Produkt der Zeit; aber er will auch — wo möglich in mehrfacher Beziehung — auf seine Zeitgenossen wirken. In welcher Weise — das eben deutet er in dem Vorworte, in den Vorworten an. Ich denke auch, das Vergnügen dieser „Jubelreden" — um mit Jean Paul zu reden — kann man den Autoren lassen, besonders in einer Zeit, die zu keinem andern Jubel als allenfalls zum „Dienstjubel" Gelegenheit darbietet, und zumal dann, wenn der Autor in den „vielen Vorreden" auf „herrschende Zeitmeinungen", die er für schädlich erachtet, und auf Rücksichten hindeutet, die zu nehmen sind.

Dies Mal ist auf zwei derselben nebst dem, womit sie zusammenhangen, hinzuweisen.

In den Werken, die von katholischen und protestantischen Priestern herrühren (z. B. in dem in theologischen und andern Dingen an der Autorität und der Tradition festhaltenden England), merkt man noch immer den Einfluß veralteter Vorstellungen. Nicht selten treten sie noch mit der Prätension auf, daß die Theologie berechtigt sei, alle andern Wissenschaften zu beherrschen, und daß Alles, was mit ihren Satzungen nicht übereinstimme, eben darum falsch sein müsse*). Selbst gebildete Engländer, besonders Frauen, sind von diesem Vorurtheil nicht frei, und sie fügen sich dieser Forderung. An den endlichen Sieg der Wahrheit glauben wir zwar in allen Beziehungen: aber man sage nicht, daß durch jene Anmaßung kein Zurückhalten, kein Stillstand, keine Reaction mög=

Und nicht das Wissen an sich ist die Hauptsache, sondern das, was das Wissen in dem Menschen bewirkt.

Ich denke, jene Bemerkungen und Andeutungen sind zugleich ein Mittel, das combinatorische Talent, diese den großen Kopf auszeichnende und wesentlich charakterisirende Eigenschaft, zu wecken. Das wußte auch Jacotot, indem er sagte: Eines gründlich wissen und alles Andere darauf beziehen. Im mündlichen Unterrichte, wo man das individuelle Bedürfniß der Schüler befriedigen kann, läßt sich darin das Möglichste leisten; der Schriftsteller hat sich mit Andeutungen zu begnügen, nur müssen sie freilich dem Gegenstande näher liegen, als die aus dem Machwerk der Orthodoxen, diis ex machina gleich, sich über Alles herstürzenden Exhortationen. Man verlangt Concentration des Unterrichts. Was ist sie, wohlverstanden, wesentlich Anderes als Beziehung der Vorstellungen auf einander? — Auch bin ich der Meinung, daß in dieser Zeit Andeutungen, wie sehr die Lehren der Astronomie geeignet sind, die edle Sache der Aufklärung zu fördern, durchaus an rechter Stelle stehen. Denn die Zahl ihrer Gegner ist von Neuem Legio. —

*) Ehemals wurde die Theologie, jetzt wird mit größerem Rechte die Astronomie die „Königin der Wissenschaften" genannt. Solch Prädicat gebührt dem untrüglichsten Wissen der ewigen Gesetze, nach welchen der Schöpfer seine Welt bewegt. „L'astronomie, par la dignité de son objet et par la perfection de ses théories, est le plus beau monument de l'esprit humain, le titre le plus noble de son intelligence." Laplace, exposition du système du monde.

lich sei. 600 Jahre vor Christo lehrte Thales in Egypten das richtige Weltsystem, und doch war die Kenntniß desselben bis zu den Zeiten des Copernicus verschwunden, und noch in der Mitte des 19. Jahrhunderts nahm der Erzbischof von Canterbury die Widmung eines Buches an, welches alten Unsinn wieder vorbringt. Die Unmöglichkeit zeitigen Rückschrittes ist dadurch widerlegt. In demselben Verhältniß, als Wissen und Bildung abnehmen, pflegt die Strenge der Orthodoxie zuzunehmen, und umgekehrt, in demselben Verhältniß, in welchem man alles Wissen rechtgläubigen Formeln unterwirft, nimmt der Fortschritt der Wissenschaften und mit ihm die Bildung ab. Dieses ist das Eine.

Das Andere besteht in einem Umstand, den ich für den denkenden Lehrer, besonders für den bildenden Lehrer, noch extra betonen muß, dem Umstand, daß die Vorstellung des gesetzmäßigen Verlaufs der Ereignisse und Vorgänge in der Natur mit unwiderstehlicher Macht auf Jeden, der die Naturerscheinungen und physischen Thatsachen beobachtet und denkend kennen lernt, eindringt. Diese Wahrheit, daß in der Natur Alles, was wir bereits kennen, nach ganz bestimmten Gesetzen erfolgt, aus welchen dann die feste Ueberzeugung resultirt, daß auch alles das, was wir noch nicht genau kennen, ebenfalls gesetzmäßig geschieht, und daß alle Willkür, alle Zufälligkeit davon ausgeschlossen ist — diese aus allen Einzelheiten, wie aus der ganzen Betrachtung, ohne Worte — dem Lernenden sich aufdrängende Wahrheit halte ich für eine äußerst wichtige. Sie verleiht dem Betrachter nicht nur erkennend einen hohen Genuß, sondern sie impft ihm die Freude an selbsteigner gesetzmäßiger Gestaltung seines Lebens ein, und sie veranlaßt ihn zur Auffassung der richtigen Stellung des Menschen zur Natur und ihrem erhabenen Urheber; sie macht den Menschen fest. Ihm wird durch diese Wahrnehmung alle Planlosigkeit, alle Unordnung und Willkür verleidet, und er fühlt sich von der Ueberzeugung durchdrungen, daß es ein Verbrechen (Sünde) sei, die Naturgesetze zu übertreten*). Ich denke: dieser Gewinn, der nebenbei abfällt (was aber eben das Schöne dabei ist — auch hier ist die Zufälligkeit und Willkür ausgeschlossen), ist von hoher Bedeutung und kann den, der das noch nicht weiß, von der ebenfalls großen und wichtigen pädagogischen Wahrheit überzeugen, daß der wahre Unterricht**) an und für sich, ohne alles Andere, den Charakter bildet.

*) Ueber obigen Satz schreit ein Kritiker in der Pädag. Revue (1855 S. 360) auf, und er zuckt die Achseln über die Behauptung, „daß der wahre Unterricht an und für sich den Charakter bilde." Der Dr. Mager redigirte damals die P. R. nicht mehr. Personen, wie jener Kritiker, reden immer davon, daß die Schule Erziehungsanstalt sein müsse. Sehr wohl; aber wodurch? Etwa durch Moralisiren, Reglementiren und sentimentale Tiraden, oder durch strengen, geistbildenden Unterricht? Kann man etwa auf andre als letztere Weise nachhaltig den ganzen Menschen ergreifen? —

**) Der wahre Unterricht, d. h. der entwickelnde. Wer die Astronomie oder irgend einen Zweig der Naturwissenschaften dogmatisch, auf Glauben hin, lehrt, so daß die Schüler Alles auf die Autorität des Lehrers annehmen, entkleidet sie ganz und gar ihres Werthes, ihrer Würde, und liefert gläubige

Es ist kein Lobspruch für die Bildungsweise der Lehrer, daß man sagen muß, es gebe bis zum heutigen Tage noch Lehrer, welche von dem überall gesetzmäßigen Verfahren und Walten der Natur keine Vorstellung haben, welche in ihr an die Möglichkeit von Zufälligkeit und Willkür denken, oder gar die Gesetzlichkeit hassen und Eingriffe in den großen Gang der Natur herbeiwünschen. Es existirt eine Partei unter uns — sie braucht nicht näher bezeichnet zu werden — welche dieser traurigen Beschaffenheit Vorschub leistet und deshalb die Folgen einer gründlichen Beschäftigung mit der Naturkunde fürchtet, sie selbst haßt und aus den Anstalten allgemeiner Menschenbildung zu verdrängen, wenigstens auf ein äußerstes Minimum einzuschränken trachtet *).

Dieses Merkmal enthüllt den Charakter dieser Partei vollständig — sie fürchtet von der objectiven Wahrheit für ihre „Wahrheit" die schlimmsten Folgen. Diese Erkenntniß rangirt sie selbst aus dem Kreise der wirklichen Wahrheitsfreunde und Forscher hinaus, und darum drängt sich der Wunsch auf, sie von aller Einwirkung auf Lehrer, Jugend- und Volksbildner, denen das Streben nach Wahrheit oberstes Gesetz ist, ausgeschlossen zu sehen. Der Naturforscher findet nur gesetzliche Vorgänge; er kennt keine andern. Er erklärt die Erscheinungen und Thatsachen, und eine Erscheinung „erklären" heißt nach Al. v. Humboldt: „sie von allem Wunderbaren entkleiden und in den Kreis des Nothwendigen zurückführen." Der Glaube an Erscheinungen und Thatsachen, welche sich unter Einschränkung oder Aufhebung der Naturgesetze ereignen oder ereignet haben sollen, existirt auf einem Gebiete, welches den Naturforscher nichts angeht. Geschichtliche Erzählungen, Traditionen ꝛc. gelten dem Naturforscher nicht als Beweise. Er kennt und erkennt nur das, was „mit natürlichen Dingen", d. h. naturgesetzlich, zugeht. Poetisch spricht er wohl, auch von den „Wundern des Himmels", von den „Wundern der Flora in der Tropenwelt" u. s. w.; aber diese Wunderwelt ist eine natürliche. Der Glaube an „wirkliche Wunder" im herkömmlichen Sinne des Wortes findet bei ihm keinen Eingang — eine, nunmehr nach und nach allgemeine bekannte Wahrheit, eine von denjenigen, welche den Ursprung des noch nicht überall erstorbenen Mißtrauens gegen die Folgen allgemein verbreiteter Naturkenntniß vollständig erklären. Die andere Thatsache, welche diese (kindliche oder kindische) Furcht erklärt, ist die falsche Meinung, daß nicht bloß die Sittlichkeit, sondern jede Art menschlicher Tüchtigkeit und Vortrefflichkeit von dogma-

---

Schüler für die Herren Schöpffer, Richers u. A. Der Werth rationeller Wahrheiten, welche historisch angelehrt werden, steht unter Null. —

*) Obige Andeutung will ich hier mit einem Worte illustriren.

Wie jeder Mensch zur Arbeit bestimmt ist und sich seine Natur durch Arbeit herausarbeitet, so das Volk — und zwar durch Arbeit in der Natur und an der Natur, — lebenslang. Und nun erklärt man es für weise, das Volk mit der Natur, ihren Körpern, deren Eigenschaften und mit den Naturgesetzen nicht bekannt zu machen! Ob wohl in dieser Pädagogik auch nur ein Quentchen von Verstand und Vernunft steckt?

tischen Vorstellungen und Glaubenssätzen abhange — ein Wahn, der sowohl durch die Geschichte, wie durch die Erfahrungen lauterer Menschen an sich selbst widerlegt wird. Die Fortschritte in den Naturwissenschaften erheben dagegen den Glauben an die fortgehende Entwicklung und Veredlung des Menschengeschlechts im Ganzen über allen Zweifel. Der Mensch entdeckt die Gesetze der Welt, vorerst die des Seins, demnächst des Werdens. Noch vor tausend Jahren wußte man davon so gut wie nichts. Der Erkenntniß folgt die Anwendung der Gesetze, deren Resultate wir jetzt schon in tausendfacher Weise genießen. Das Menschengeschlecht schreitet fort. Diese Wahrheit sichert die Aussicht auf eine Entwicklung und Vervollkommnung bis in's Unendliche hin. Von diesem Gesichtspunkte aus betrachte man die Tendenz derjenigen, welche den Fortschritt der Naturwissenschaften, wenigstens die Verbreitung ihrer Kenntnisse in das Volk, mit Mißtrauen betrachten! Dadurch wird man inne, was diese Partei eigentlich will.

Der Lehrer, welcher der Entwicklung zu dienen bereit ist, weiß, was er zu thun hat. In dem Grade, als man versucht, ihn in falsche Bahnen zu lenken, verdoppelt er seine Widerstandskraft und bleibt seiner, in besseren, freieren Tagen gewonnenen Ueberzeugung treu. Die überall in der Natur wahrzunehmende Gesetzlichkeit ist auch für sein Wirken ein Gesetz. —

Dieses Buch ist aus der modernen (neuen) Schule und ihrer Richtung hervorgegangen. Es giebt eine Partei unter uns, welche dieselbe für „verderblich" erklärt. Sogar von der Rednerbühne herab ist dieses gesagt worden. Nun wohlan: die neue Schule fußt auf der entwickelnden Kraft des Unterrichts, sie erzieht und bildet durch Unterricht — auch den Charakter. Ihre „Verderblichkeit" muß also in ihrem Unterrichte zu suchen sein. Wohlan: man weise sie nach, z. B. an diesem Buche nach! Ich sage zu denjenigen, die mehr als Phrasen zu debitiren fähig sind: hic Rhodus. Aufmerksamst werde ich ihren Beweis verfolgen. Nous verrons!

Berlin, im Februar 1855.

Vorwort zur sechsten Auflage.

„Jedes Buch hat eine Geschichte, im besten Falle eine innere Entwicklungsgeschichte", sagte ich oben. Auch dieses Buch. Sie ist erkennbar aus den, in den verschiedenen „Vorworten" enthaltenen, auf die Ansichten, die in den Jahren der verschiedenen Auflagen, wenn nicht dominirend, doch imponirend hervortraten, anspielenden Bemerkungen. Darum

lasse ich diese „Vorworte" wieder abdrucken. Dies ist der eine Grund. Der andre ist der, daß sie Ansichten und Winke über die Methode des Unterrichts, nicht bloß des über Astronomie, sondern auch über den Unterricht überhaupt enthalten. Das Buch ist vorzugsweise für den Lehrer bestimmt. Jedermann weiß es, daß man von bekannter einflußreicher Seite her in den Lehrern die Meinung von der Wichtigkeit der Methode zu schwächen bemüht ist. Der Inhalt soll Alles gelten, überall dominiren, der Gedanke an didaktische Kunst beseitigt werden. Nach meiner Meinung heißt das: die Lehrkraft schwächen, die Bildung der Lehrer verringern. In der Methode erblicke ich die Kraft der Lehrer. Darum lasse ich meine Bemerkungen über dieselbe stehen. Ja, ich vermehre sie. Die Astronomie ist mein Steckenpferd. Ich reite bereits — mir „zu köstlichem Gewinn" — seit einem halben Säculum auf ihm herum. Drum möge sich der gütige Verleger (mein Freund) und der Leser (auch mein Freund?) meine Breite gefallen lassen. Wem sie nicht mundet, der gallopire auf seinem Steckenpferde — ich wünsche Jedem ein solches, das weiterfördert — eilends davon. Glückliche Reise! — — —

„Populär" heißt allgemein verständlich, verständlich für den, der allgemeine Bildung besitzt, ohne Mathematiker und Astronom von Profession zu sein oder werden zu wollen. Aber zum Amüsement darf die populäre Astronomie nicht herabgewürdigt werden; auch sie ist Wissenschaft und erfordert als solche Nachdenken, sehr ernstes Nachdenken. Wer sie wie ein Geschichtsbuch oder wie einen Roman dargestellt haben will, bleibe davon.

Da der Inhalt der Astronomie — im Wesentlichen — überall derselbe ist, so sucht die populäre Astronomie in der Methode ihren Preis. Diese Methode des Vortrags — „Vortrag" nicht im akademischen Sinne — und des Buches kann glücklicher Weise so gewählt werden, daß der Lehrer dadurch im Stande ist, die Methoden, welche die Astronomen wählen, um zu ihren bewundernswürdigen Resultaten zu gelangen, selbst dem Laien erkennbar zu machen. Damit kann sich der Gebildete begnügen.

Wie in diesem Buche gelehrt und verfahren wird — heißt: der Entwicklung des Bewußtseins über astronomische Wahrheiten gemäß, oder kürzer, wer es versteht: Pestalozzisch lehren und verfahren. Verwerfe und schelte diese (heuristische) Weise, wer dazu Lust und dazu — als Ignorant oder Verfinsterer! — die Stirn hat. Wir lassen sie uns nicht rauben; Pestalozzi's Grundstreben hatte das Ziel im Auge, den im Wesen des Menschen liegenden Entwicklungsgesetzen gemäß zu verfahren, durch alle Veranstaltungen den werdenden Menschen anzuleiten, sich durch Selbstthätigkeit zur Stufe der freien Selbstbestimmung im Erkennen und Wollen zu erheben. Sollen wir von diesem Streben uns abwenden, „umkehren", und dem Denken des Schülers die Fesseln blindgläubiger Autorität wieder anlegen? Dazu kann leider auch die Astronomie mißbraucht werden. —

Die Astronomie ist als Naturwissenschaft eine ganz selbstständige Wissenschaft, die nicht, wie Kurtz fordert, von andern Wissenschaften, z. B. der Theologie, zu lernen hat. Darin aber hat er Recht, daß, wenn der Inhalt zweier Wissenschaften nicht mit einander übereinstimmt, nicht beide zugleich wahr sein können. Kurtz ist der Theologe, welcher mit gelehrt=theologischem Apparat in ausführlichster Weise den letzten verunglückten, nothwendiger Weise verunglückenden Versuch*) gemacht hat, die Uebereinstimmung der Ergebnisse der astronomischen Wissenschaft mit den biblischen Anschauungen über Entstehung und Beschaffenheit des Weltalls nachzuweisen.

„Die Zeitrechnung über die ältesten Epochen, welche das ungenügende Wissen der Kirchenväter, die Unwissenheit des Mittelalters und der Aberglaube oder die Gleichgültigkeit des christl. Volkes der Bibel aufgebürdet, ist mit den unzweifelhaften Denkmalen der Weltgeschichte ebenso unvereinbar, als die falsch buchstäbliche Erklärung des ersten Kapitels der Genesis mit den Thatsachen der Erdgeschichte." **)

Darin aber wird selbst der oberflächliche Kenner der Astronomie mit Kurtz übereinstimmen, „daß keine menschliche Wissenschaft so sehr wie diese geeignet ist, den Bann zu lösen, mit welchem der Menschengeist durch seine Leiblichkeit an die Erdscholle gefesselt ist; keine vermag in dem Maaße den engen Horizont des irdischen Daseins zu erweitern, keine so sehr das Bewußtsein seines erhabenen Berufs, Alles im Raume und in der Zeit mit seiner Erkenntniß zu durchdringen, in ihm zu erwecken und zu nähren."

„Diese hohe Bedeutung für die Bildung des Menschengeschlechts kann aber" — fügt er mit Recht hinzu — „die Astronomie nur dann haben, wenn ihre Erkenntnisse nicht bloß in's Gedächtniß aufgespeichert werden, sondern in ein lebendiges und fruchtbares Wechselverhältniß zu den übrigen Erkenntnissen und Bestrebungen des Geistes treten."

Die Methode vermittelt das. Darum muß ich nochmals auf eine Eigenschaft der eingeschlagenen Methode aufmerksam machen — sie stellt die Sache, die erhabene Sache, nicht in der Form eines wissenschaftlichen Systems dar, wie es die strenge Wissenschaft thut und verlangt; sie wählt die Form, welche den Leser, versteht sich: den denkenden Leser,

*) Bibel und Astronomie. Vierte Aufl. Berlin 1858, Wohlgemuth. (585 S.)

**) Bunsen's Bibelwerk, I. I. XXXI. Wer, wie die orthodoxen Theologen, die Schöpfungsgeschichte der Bibel buchstäblich festhält, geräth in unauflöslichen Widerspruch mit der Astronomie und Geologie. Wer dagegen von dem Grundsatze ausgeht, daß die erkannten Weltgesetze die Gedanken und den Willen des Schöpfers offenbaren, demnächst nicht vergißt, daß der biblische Erzähler der Schöpfung sich auf den Standpunkt, nicht der Wissenschaft, sondern der natürlichen Anschauung stellte und stellen mußte (auf welchem die Erde als der Centralpunkt der Welt angesehen wird), endlich die buchstäbliche Auslegung überhaupt für schriftwidrig hält: der wird der Ueberzeugung Bunsen's (IX. S. 35) beistimmen, daß bei geistiger Anschauung die Erzählung der Genesis „den Geringsten verständlich, den Weisesten ehrwürdig bleibt." —

allmählig mit der Sache bekannt macht und ihm darum die Gegenstände wiederholt von verschiedenen Seiten und in mannigfaltiger Verbindung vorführt. Bei dieser Behandlungsweise sind Wiederholungen nicht nur nicht zu vermeiden, sondern sie treten absichtlich ein. Ich bemerke dieses mit Vorsatz für diejenigen, welche darin einen Grund zum Tadel finden möchten, und berufe mich dabei auf einen Ausspruch Arago's in der Vorrede zu seiner populären Astronomie: „verständig angebrachte Wiederholungen in wissenschaftlichen Dingen sind ein sehr brauchbares Mittel, dasjenige aufzuhellen, was anfänglich zweifelhaft erschien.“ Ein Anderes ist ein Lehrbuch für künftige Astronomen, ein Anderes eine Anleitung zur Einsicht in den Bau des Erdballs und des Weltalls und in die Erscheinungen, die sie darbieten, für gebildete oder nach Bildung strebende Menschen. Eine solche hat natürlich immer die Sache im Auge, aber in steter Berücksichtigung der Entwicklung des Lernenden; sie muß sich der psychologischen Methode fügen, nicht umgekehrt. —

Der edle, humane Herder macht zu der Betrachtung über die wunderbare, entzückende Mannigfaltigkeit in den Dingen und Geschöpfen der Natur und der Welt überhaupt die Bemerkung: „Wer, der dieses je beherzigt hätte, wäre hingegangen, die ganze Welt zu Einem Wortglauben in Philosophie und Religion zu bekehren, oder sie dafür mit dumpfem, aber „heiligem“ Eifer zu morden?“ — (Ideen zur Geschichte der Menschheit I. S. 18.) Diese Bemerkung — im Jahr 1798 niedergeschrieben und im Jahr 1860 wiederholt — gehört zur Geschichte dieses Buches.

„Ein Autor“ — sagt derselbe Mann — „der sein Buch darstellt, giebt, wenn dieß Gedanken enthält, die er, wo nicht erfand, doch wenigstens fand und sich zu eigen machte, ja, in denen er Jahre lang wie im Eigenthume seines Geistes und Herzens lebte — ein Autor dieser Art, sage ich, giebt mit seinem Buche, es möge dieses schlecht oder gut sein, gewissermaßen einen Theil seiner Seele dem Publikum Preis*). — Ein gutgesinnter Mensch wird sich viel mehr über das freuen, was er erweckte, als über das, was er sagte.“ —

Astronomie und astronomische Kenntnisse auch heut zu Tage noch zu loben, wäre ungefähr eben so viel, als das Weltall, seine Erschaffung und Einrichtung loben zu wollen. Wenn und wo das Werk selbst den Meister lobt, da ist jedes Wort des Lobes von Seiten der Betrachtenden nicht bloß überflüssig, sondern Anmaßung. Der Lober stellt sich über das Werk, das er lobt; hier aber liegt ein Werk vor uns, das über jedes Lob erhaben ist — die originale Handschrift Gottes. Vermessen wir uns daher nicht zu tadelnswerthem Thun! Dem Menschen geziemt hier nichts weiter als Auffassung, Erkennen und Lernen — das Uebrige erfolgt dann von selbst; bei wem es sich nicht von selbst einstellt, bei dem verzichtet man darauf ohne Schmerz, es fehlt ihm die Empfänglich-

---

*) Mes chansons — c'est moi.

Béranger.

keit dafür; wie könnte das Wort noch etwas vermögen, wo die größte That sich ohnmächtig erweist? Niemand verlange daher auch von uns irgend ein Wort sehr wohlfeilen Lobes!

Astronomische Einsichten wirken durch sich selbst. Aber ich gestehe, daß ich wünsche, daß der denkende Leser nicht bei ihnen im strengsten Sinne des Wortes stehen bleibe, sondern sie in sich wirken lasse, d. h. namentlich, sein übriges Denken und Fürwahrhalten, von andern Seiten ihm zugekommen, mit jenen Erkenntnissen und Einsichten zusammenstelle und vergleiche, und untersuche, ob sie mit ihnen harmoniren oder nicht. Auf dieses Ziel hin habe ich hier und da hingespielt. Isolirte Kenntnisse fruchten wenig, Alles im Geiste muß mit einander in Uebereinstimmung stehen. In dieser Beziehung kann das Studium der Natur, die Erkenntniß der großen unabänderlichen Gesetze für die Bildung des Geistes die tiefsten, weitgreifendsten Folgen haben. Mit dieser Andeutung sei es für dies Mal genug. Die Astronomie läutert und reinigt. —

Berlin, im Frühling 1860.

A. D.

Nachtrag.

Die oben (S. 197) angegebene Zahl von 55 Planetoiden ist ganz neuerdings wieder um 2, welche Luther in Bilk entdeckt hat, vermehrt worden. Dieselben haben die Namen Mnemosyne und Concordia erhalten.

Die Umlaufszeit des von l'Escarbaut, einem Arzte im südlichen Frankreich, (S. 139) bei seinem Durchgang durch die Sonnenscheibe entdeckten submercurischen Planeten, dem der Namen Vulcan beigelegt worden, ist vom Prof. Radau in Königsberg zu 25—28 Tagen berechnet worden. Seine Existenz ist nicht mehr zu bezweifeln. —

Inhalt.

I. Der Horizont.

1. Der Ort, wo wir uns auf der Erde befinden, ist unser **Standort** oder **Standpunkt**. Unter uns und zur Seite befindet sich die Erdoberfläche, welche in der Ferne an dem Himmel zu endigen scheint. Die Linie, in welcher scheinbar der Himmel mit dem übersehbaren Theile der Erdoberfläche zusammentrifft, heißt der **Horizont**, der **natürliche Horizont**. Er erscheint immer als eine **krumme** Linie, auf offenem Meere als eine vollkommene **Kreislinie**, auf dem Lande in der Regel als eine (mehr oder weniger) der Kreislinie **sich nähernde** Linie. Der Beobachter steht, wenn es wirklich eine Kreislinie ist, in der **Mitte** derselben. Der Theil der Erdoberfläche, welchen der Beobachter übersieht, heißt die Fläche des Horizonts, die **Horizontfläche**. In gebirgigen Gegenden ist sie unregelmäßig **krumm**, in Flächen nähert sie sich der **Ebene**. Sie würde überall eine Ebene, die **Horizontebene**, sein, wenn die Erdoberfläche überhaupt eine Ebene wäre, und sie hätte dann für dasselbe Auge an allen Orten auf der Erde gleiche Ausdehnung, was nicht der Fall ist; es giebt **weite** und **enge** Horizonte. Der **Meer**-Horizont ist der größte. Je höher man steht, desto ausgedehnter und größer ist überhaupt der Horizont oder der **Gesichtskreis**.

2. Nehmen wir die Horizontfläche als eine Ebene an, so stehen wir **senkrecht**, **lothrecht** oder **vertikal** auf derselben. Ein Bleiloth versinnlicht diese Richtung, die mit jeder durch den Punkt unserer Füße (den Fußpunkt) in der Horizontebene gezogenen geraden Linie einen rechten Winkel bildet. Die Richtung des Bleilothes, nach oben verlängert, bezeichnet den Punkt am Himmel über unserm Scheitel, den **Scheitelpunkt** (das **Zenith**). Er liegt in der Mitte des über der Horizontebene sich wölbenden Himmels, des Himmelsgewölbes.

3. Die Peripherie oder der Umring der Horizontebene wird, wie jede Kreisperipherie, in 360 gleiche Theile getheilt, **Grade** genannt. Die Hälfte beträgt 180, das Viertel 90 Grade (90°).

4. Durch den Scheitelpunkt denken wir uns Kreise gelegt, welche auf der Horizontebene senkrecht stehen, durch jenes Bleiloth hindurch gehen (Scheitelkreise oder Vertikalkreise). Die Hälfte derselben liegt über unserm Horizont. Vom Scheitelpunkt bis zur Gränze des Horizonts sind 90°. Der Scheitelpunkt ist überall 90° des Vertikalkreises vom Horizonte, der Peripherie der Horizontebene, entfernt. Der Scheitelpunkt hat eine Höhe von 90 Graden. Kreise, welche parallel mit dem scheinbaren Horizonte gedacht werden, heißen Höhenkreise. Sie werden, da der Himmel als ein Gewölbe erscheint, um so kleiner, je weiter man sie von dem Horizont entfernt denkt. Der Bogen eines Vertikalkreises, zwischen einem Punkte am Himmel und dem Horizonte, heißt die scheinbare Höhe dieses Punktes über dem Horizonte. Ein Punkt im Horizonte hat Null Grad Höhe, der Scheitelpunkt 90 Grad Höhe. Die Höhe aller andern Punkte des Himmels liegt zwischen 0 und 90°, jenem Minimum und diesem Maximum.

5. Die Gegend des Horizontes, wo die Sonne des Morgens über denselben heraufkommt oder aufgeht, heißt die Morgengegend, Morgen oder Osten; wo sie unter den Horizont hinabzusteigen pflegt, die Abendgegend, Abend oder Westen. Osten und Westen stehen einander gegenüber.

6. Von dem Aufgang an steigt die Sonne an jedem Tage höher und höher, bis sie ihren höchsten Stand an diesem Tage erreicht, was Mittags um 12 Uhr der Fall ist, oder: wenn dieses stattfindet, so ist es Mittag. Die Gegend unseres Horizontes, nach welcher oder über welcher dann die Sonne steht, heißt Mittagsgegend, Mittag oder Süden, die ihr gerade entgegengesetzte — Mitternacht oder Norden.

Von unserm Standpunkte aus haben wir also 4 Weltgegenden: die Gegenden nach (gegen gen) Osten, Westen, Süden, Norden. Wenden wir Mittags 12 Uhr das Gesicht gegen Süden, so haben wir links Osten, rechts Westen, hinter uns Norden. Drehen wir uns links im Kreise herum, so folgen Süden, Osten, Norden, Westen auf einander.

7. Unter Osten, Westen, Süden, Norden versteht man Strecken am Horizont, Gegenden; unter Ostpunkt, Westpunkt, Südpunkt, Nordpunkt einzelne Punkte; der Ostpunkt liegt gerade in der Mitte der Ostgegend, und so die übrigen. Der Ostpunkt liegt von unserm Standpunkt genau nach Osten u. s. w. Diese Punkte müssen genau bestimmt werden; sonst kann man sich nicht recht orientiren. (Oriens heißt Morgen; orientiren also etwa: nach Morgen richten. Kann man dies, so weiß man auch, wo die andern Weltgegenden lie-

gen; man kann sich dann nach allen richten, alle bestimmt angeben. Darum versteht man unter orientiren überhaupt: die Weltgegenden, und danach das Uebrige, was davon abhängt, bestimmen.)

8. Wir bemerken, daß die Sonne zwar an jedem Tage des Jahres in der Ostgegend, gegen Morgen, aufgeht, aber nicht immer an demselben Punkte, nicht immer im Ostpunkte. Eben so geht sie zwar stets in der westlichen Weltgegend, aber nicht immer im Westpunkte, unter. Beides geschieht an denselben Tagen, 2mal in jedem Jahre. Der Punkt des Horizontes, in welchem die Sonne am 21. März und 23. September aufgeht, heißt der Ostpunkt; derjenige, in welchem sie an diesen Tagen untergeht, heißt der West-punkt. Verbindet man beide in Gedanken durch eine gerade Linie, die folglich in der Horizontebene liegt und zugleich durch unsern Standpunkt geht, und errichtet man auf derselben in unserm Standpunkte in der Horizontebene eine senkrechte Linie, so trifft diese, gehörig verlängert, den Nord- und Südpunkt. Beide Linien theilen die Horizontebene und mithin auch ihre Peripherie in 4 gleiche Theile.

In Graden des Horizonts ist der Nordpunkt vom Ostpunkt 90°, vom Südpunkt 180°, vom Westpunkt 90° entfernt u. s. w.

9. Die in Nr. 8. angedeutete Weise, durch Beobachtung des Auf- und Unterganges der Sonne die Punkte der Weltgegenden zu finden, kann nur am 21. März und 23. September vorgenommen werden, weil nur an diesen Tagen die Sonne im Ost- und Westpunkte auf- und untergeht. Wünschenswerth ist es daher, ein Verfahren kennen zu lernen, durch welches wir an jedem (wenigstens an jedem sonnenhellen) Tage die Weltgegenden bestimmen können.

Wüßten wir genau die Zeit des Mittags, wo die Sonne für diesen Tag den höchsten Punkt erreicht; könnten wir durch diesen Punkt einen Scheitelkreis legen und diesen bis zum Horizont verlängern: so hätten wir den Süd- und Nordpunkt.

Diese werden nach kurzer Ueberlegung in nachfolgender Art genau gefunden:

Steht die Sonne an einem Tage am höchsten, so wirft ein senkrecht auf der Horizontebene errichteter Stab für diesen Tag den kürzesten Schatten. Derselbe ist genau nach Norden, rückwärts verlängert nach Süden gerichtet. Beim Sonnenauf- und Untergang ist der Schatten des Stabes lang; am Morgen fällt er gegen Westen, am Abend gegen Osten.

Man errichtet auf einer horizontal, d. h. mit dem stillstehenden Wasserspiegel parallel gestellten Tischfläche einen senkrechten Stift (er sei o a, Fig. 1.), beschreibt aus o auf der Tischebene einen Kreis

von solcher Größe, daß der Schatten des Stabes am Morgen größer, gegen Mittag kleiner ist als der Halbmesser des Kreises, so daß der Endpunkt des Schattens am Morgen, und folglich auch am Nachmittage, durch die Peripherie des Kreises hindurchrückt. Die Punkte, wo dieses geschieht, z. B. in b und c, merkt man sich, man bezeichnet sie durch Einstiche mit einer Nadel. Nun verbindet man b und c durch eine gerade Linie, theilt sie in 2 gleiche Theile in d, und zieht die gerade Linie od, so hat od genau die Richtung von Süden nach Norden. In Gedanken bis zur Gränze des Horizontes verlängert, bezeichnet sie den Nord- und Südpunkt. Diese gerade Linie nennt man die Mittagslinie.

Anmerk. Könnte man beobachten, in welchem Augenblicke der Schatten des Stabes am kürzesten ist, so bedürfte es zur Verzeichnung der Mittagslinie nur dieser einen Beobachtung. — Aus später erhellenden Gründen kann auf jene Art die Mittagslinie genau nur zur Zeit des längsten und kürzesten Tages gefunden werden.

10. Die Mittagslinie liegt in der Horizontebene und zugleich in der Ebene des Scheitelkreises, welcher durch den Nord- und Südpunkt geht. Diesen Scheitelkreis nennt man den Mittagskreis oder Meridian des Ortes, wo man sich befindet. Mittagskreis, weil es an jedem Tage für den bestimmten Ort Mittagszeit ist, wenn die Sonne (der Mittelpunkt der Sonne) durch diesen Kreis geht. Warum jene Linie Mittagslinie heißt, ist leicht zu erklären. — Mittagslinie und Mittagskreis sind wohl zu unterscheiden. Die Mittagslinie ist die Linie, in welcher Mittagskreis und Horizontebene einander durchschneiden.

11. Eine gerade Linie, in dem Standpunkte, in der Horizontebene auf der Mittagslinie senkrecht errichtet und nach beiden Seiten hinreichend verlängert, bezeichnet den Ost- und Westpunkt. Eine gerade Linie, vom Standpunkte nach dem Scheitelpunkte gezogen, steht auf beiden Linien, wie auf jeder durch ihren Fußpunkt in der Horizontebene gezogenen geraden Linie, d. h. auf der ganzen Horizontebene, senkrecht (Nr. 2.). Wir nennen sie die Loth-, Vertikal- oder Scheitellinie (nicht zu verwechseln mit Scheitelkreis).

Der Scheitelkreis, welcher durch den Ost- und Westpunkt geht, heißt der erste Scheitelkreis.

Horizont und Meridian (eines Ortes) schneiden einander in der Mittagslinie, Horizont und erster Scheitelkreis in der Ost-Westlinie, Meridian und erster Scheitelkreis in der Scheitellinie. Jede der drei geraden Linien: Mittagslinie, Ost-Westlinie und Scheitellinie, steht auf den beiden andern senkrecht. Jeder der drei einander

gleichen Kreise: Horizont, Meridian und erster Scheitelkreis, steht auf den beiden andern senkrecht.

Wie bei uns der Himmel über dem Horizont ausgespannt ist, so allenthalben, auf allen Punkten der Erde. Der ganze sichtbare Himmel umzieht die Erde wie die innere Fläche einer großen Kugel. Der Horizont theilt die Himmelskugel in 2 gleiche Theile oder Hälften (?): die sichtbare und unsichtbare. Jene ist über, diese unter dem Horizont.

Der Meridian theilt die Himmelskugel ebenfalls in 2 gleiche Hälften: die östliche und westliche. Die Hälfte der östlichen und die Hälfte der westlichen Hälfte ist über dem Horizont.

Der erste Scheitelkreis theilt die Himmelskugel auch in 2 gleiche Theile. Von jedem Theile liegt die Hälfte über dem Horizont.

Die über dem Horizont liegende, die sichtbare Hälfte der Himmelskugel, wird durch den Meridian wie durch den ersten Scheitelkreis in 2 gleiche Theile getheilt, durch jenen in den östlichen und westlichen, durch diesen in den südlichen und nördlichen Theil, durch beide zusammen in 4 gleiche Theile.

Vom Meridian und vom ersten Scheitelkreis liegt die Hälfte über dem Horizont.

12. Der Horizont wird durch die Mittags- und die Ost-Westlinie in 4 gleiche Theile (Quadranten) getheilt. Wo sie zusammenstoßen, sind die Hauptweltgegenden. Den Bogen eines jeden dieser Quadranten theilt man in 2 gleiche Theile. Dadurch entstehen die Nebenweltgegenden: Nordost, Südost, Südwest, Nordwest. Setzt man die Theilung der (8) Bogen in gleiche Theile fort, so entstehen die Neben-Nebenweltgegenden. Das Ganze, aus 32 gleichen Theilen bestehend, heißt die Windrose; Windrose, weil die Winde von der Richtung, aus welcher sie wehen, ihren Namen erhalten. Siehe Fig. 2! Man muß sich die Namen (die Art der Namengebung) merken:

a. 4 Hauptweltgegenden: Norden, Süden, Osten, Westen.

b. Dazwischen: Nordost, Südost, Nordwest, Südwest.

c. Diese 8 sind in der Ordnung von Nord nach Ost u. s. w. ringsum: Nord, Nordost, Ost, Südost, Süd, Südwest, West, Nordwest, Nord.

d. Dazwischen, d. h. zwischen je 2 auf einander folgenden: Nord-Nordost, Ost-Nordost, Ost-Südost, Süd-Südost, Süd-Südwest, West-Südwest, West-Nordwest, Nord-Nordwest. Die Hauptweltgegend wird folglich immer zuerst genannt, z. B. Nord-Nordost, nicht Nordost-Nord u. s. w.

e. Die dazwischen liegenden heißen (statt Nord-Nord-Nordost): Nord gen Ost, dann Nordost gen Nord u. s. w.; siehe die Windrose.

Eine Magnetnadel auf einer Windrose spielend, in einem Kästchen eingeschlossen, ist ein Compaß, eine Boussole.

Aufgaben und Fragen
(zur Prüfung, zur Wiederholung und Einübung.)

1) Der Lehrer giebt einem der Schüler, mit welchem er auf freiem Horizont steht, einen Stab in die Hand, und läßt sich zeigen, was er nennt: Standpunkt, Horizont, Horizontebene, Horizonthalbmesser, Ost-, West-, Süd-, Nordpunkt, östliche Weltgegend, südliche u. s. w.; Nordost, Südost u. s. w.; Nord, Nordost, Ost, Südost u. s. w.; dann je 2 einander gerade entgegengesetzte; die Lage von Bäumen und Gebäuden wird vom Standpunkt aus nach den Weltgegenden bestimmt.

2) Ein anderer Schüler zeigt, was folgende Wörter, die vom Lehrer oder einem Schüler ausgesprochen werden, bedeuten: Standpunkt, Scheitelpunkt (Zenith), Scheitellinie, Scheitelkreise, Mittagslinie, Mittagskreis (Meridian) — östlicher Theil des sichtbaren Himmelsgewölbes, westlicher, südlicher, nördlicher — Auf- und Untergangspunkt der Sonne am 21. März und 23. September — ihre Stellungen zur Mittagszeit — die Lage der Höhenkreise, die Höhen angenommener Punkte am Himmel, z. B. der Sonne u. s. w.

3) Wie weit (wie viel Grade) ist der Nordpunkt entfernt vom Südpunkt, Ostpunkt, Westpunkt u. s. w. — Der Scheitelpunkt vom Nord-, Ost-, Süd-, Westpunkt? Zeige den Bogen vom Südpunkt bis zum Scheitelpunkt, vom Südpunkt bis zum Ostpunkt, vom Südpunkt bis zum Westpunkt, vom Südpunkt bis zum Nordpunkt u. s. w. — die Lage des Schattens eines senkrecht errichteten Stabes am Morgen, am Mittag, am Abend!

II. Beobachtungen über dem Horizont.

Bisher haben wir im Allgemeinen das Feststehende oder Bleibende über unserm Horizont (z. B. dem Berliner) betrachtet. Nun gehen wir zur Betrachtung des Veränderlichen, zu den Erscheinungen über, welche über dem Horizont zu beobachten sind.

1. Beobachtungen an der Sonne.

1. Die Sonne kommt an jedem Tage des Jahres über unsern Horizont, und geht unter denselben hinab. Täglicher Auf- und Untergang der Sonne. Jenes geschieht in der östlichen, dieses in der westlichen Weltgegend.

2. Sie geht nicht immer in denselben Punkten des Horizontes auf und unter, vielmehr ändern diese Punkte täglich ihre Stelle innerhalb einer bestimmten Gränze. — Die Entfernung des Aufgangspunktes der Sonne von dem Ostpunkte heißt die Morgenweite der Sonne, die Entfernung des Untergangspunktes der Sonne von dem Westpunkte die Abendweite der Sonne.

3. Zweimal in jedem Jahre geht sie (in ganz ebenen Gegenden) im Ostpunkte auf und an denselben Tagen im Westpunkte unter: am 21. März und am 23. September; Morgen- und Abendweite sind an diesen Tagen = 0.

4. Vom 21. März an weicht der Aufgangs- und Untergangspunkt vom Ost- und Westpunkt gegen Norden ab; täglich mehr bis zum 21. (oder 22.) Juni jedes Jahres, an welchem Tage sie am weitesten vom Ostpunkte auf-, vom Westpunkte untergeht; beides gegen Norden zu, und zwar um gleich viel, in Berlin (in runder Zahl) unter dem 52. (genauer, wenn auch noch nicht ganz genau: 52½) Grade nördlicher Breite (was dies heißt, wird später erklärt werden), 41 Grad vom Ost- und Westpunkt entfernt.

5. Vom 21. Juni ab nähern sich die Auf- und Untergangspunkte der Sonne allmählig wieder dem Ost- und Westpunkt, und treffen am 23. September mit ihnen zusammen. Gleich viel Tage vor und nach dem 21. Juni (z. B. am 12. und 30. Juni) sind die Auf- und Untergangspunkte dieselben.

6. Vom 23. September ab weichen die Auf- und Untergangspunkte von dem Ost- und Westpunkt gegen Süden zu ab. Die größte Entfernung jener von diesen findet am 21. (oder 22.) December jedes Jahres statt, 41 Grad.

7. Vom 21. December ab nähern sich die Auf- und Untergangspunkte dem Ost- und Westpunkt, und fallen am 21. März mit ihnen wieder zusammen. Ein Jahr ist herum, und nun beginnt wieder derselbe Verlauf; folglich regelmäßige Veränderung oder Abwechselung im Laufe eines Jahres in Betreff der Punkte oder Orte des Auf- und Untergangs der Sonne.

---

8. An jedem Tage des Jahres läuft oder geht die Sonne über dem Horizont in einem Bogen, sie beschreibt täglich einen Bogen, d. h. einen Theil eines Kreises. Man nennt diesen Bogen den Tagbogen der Sonne.

Der diesen Tagbogen zu 360° ergänzende, unter dem Horizonte liegende Bogen, welcher von der Sonne während der Nacht durchlaufen wird, heißt Nachtbogen; der ganze Kreis, gebildet aus Tag- und Nachtbogen, heißt Tageskreis der Sonne.

Tagbogen + Nachtbogen = Tageskreis (oder Tagkreis) = 360 Grad.

Tagbogen = 360° — Nachtbogen (dieses Tages).

Nachtbogen = 360° — Tagbogen.

Die Tageskreise der Sonne sind (an und für sich betrachtet; natürlich haben sie immer gleich viel Grade) an den verschiedenen Tagen des Jahres nicht einander gleich. Am 21. März und 23. September ist der Tageskreis am größten. Von ihm aus nehmen sie gegen Norden und Süden zu an (scheinbarer) Größe ab.

9. Die Tagbogen sind an verschiedenen, auf einander folgenden Tagen ungleich.

10. Am 21. März und 23. September betragen sie gerade 180°, d. h. die Hälfte eines Kreises.

11. Vom 21. März bis zum 21. Juni wächst die Zahl der Grade der Tagesbogen täglich. Am 21. Juni beträgt der Tagbogen über dem Berliner Horizont 248 Grad.

12. Vom 21. Juni an nehmen sie ab, bis zum 21. December, an welchem Tage er für Berlin nur 112 Grad beträgt*).

13. Vom 21. December ab nimmt der Tagbogen wieder zu, bis zu der Größe von 180° am 21. März. Nun kehrt in Betreff der Größe der Tagbogen dieselbe Ordnung wieder, wie das Jahr zuvor. Abermals regelmäßiger Wechsel, den man (im uneigentlichen, aber dem eigentlichen Sinne des Wortes naheliegenden Sinne) einen Kreislauf nennt.

---

*) Unter andern Breiten ändern sich die angegebenen Zahlen. Der Lehrer nehme den Breitengrad seines Wohnortes zur Basis. Auf einem Horizont unter 49° Breite ist die Entfernung des Aufgangspunktes der Sonne am längsten Tage von dem Ostpunkte $37\frac{1}{2}$° entfernt, und der Tagbogen der Sonne beträgt daselbst an dem längsten Tage 241°, an dem kürzesten 119°. — Wie solche Bogen gemessen werden, muß der Lehrer dem Schüler durch ein einfaches Instrument veranschaulichen. Ein runder Tisch mit einem Lineal kann auch dazu gebraucht werden. Die gegenseitige Beziehung von Winkel und Bogen ist dabei sehr wichtig. Winkel und Grad bezeichnen ein Maaß der Neigung zweier geraden Linien gegen einander, kein Längenmaaß; sie haben so wenig mit Längenmaaßen als mit Gewichten zu thun.

14. Die Tagbogen der Sonne, oder die Kreise, in deren Peripherie die Sonne täglich zu laufen scheint, erheben sich nicht senkrecht, sondern schief über unsern Horizont.

15. Die Tagbogen des ganzen Jahres haben eine parallele Lage gegen einander, und immer dieselbe Lage gegen den Horizont.

16. Jeder Tagbogen (genauer: die Kreisebene des Tagbogens) macht mit unserm Horizonte gegen Süden zu einen spitzen, gegen Norden einen stumpfen Winkel.

17. Die Sonne durchläuft in derselben Zeit, z. B. in einer Stunde, gleich viel Grade der Tagbogen (15°). Da die Tagbogen (Nr. 8.), folglich auch die Grade derselben ungleich sind, so erhebt sich die Sonne an auf einander folgenden Tagen nicht mit gleichmäßiger Geschwindigkeit über den Horizont. Am 21. März und 23. September bewegt sie sich (scheinbar) am schnellsten; am 21. December und 21. Juni am langsamsten.

18. Der Meridian schneidet jeden Tagbogen unter rechten Winkeln, und theilt jeden in zwei gleiche Theile; der östliche Theil, vom Meridian aus, ist gleich dem westlich liegenden.

19. Am 21. März und 23. September liegen von dem Durchschnittspunkt der Tagbogen und des Meridians gegen Osten 90° und gegen Westen 90°.

20. Am 21. Juni liegen zwischen dem Auf- und Untergangspunkt der Sonne und dem Durchschnittspunkt des Tagbogens mit dem Meridian 124 Grad.

21. Am 21. December beträgt dieser Bogen 56 Grad.

---

22. Die Durchschnittspunkte der Tagbogen mit dem Meridian liegen an verschiedenen, auf einander folgenden Tagen ungleich weit vom Scheitel- und folglich auch vom Südpunkt entfernt. Oder: die Sonne erreicht an verschiedenen Tagen Mittags um 12 Uhr verschiedene Höhe.

23. Am 21. März und 23. September liegen zwischen dem Durchgangspunkt der Sonne durch den Meridian und dem Südpunkt 38° des Meridians, folglich von jenem bis zum Scheitelpunkt (90° — 38°) 52°. Genauer für den Berliner Horizont: $37\frac{1}{2}$°, $90° - 37\frac{1}{2}° = 52\frac{1}{2}°$.

24. Am 21. Juni ist der Durchgangspunkt der Sonne durch den Meridian vom Südpunkt $37\frac{1}{2}° + 23\frac{1}{2}° = 61°$, folglich vom Scheitelpunkt $90° - 61° = 29°$ entfernt.

25. Am 21. December beträgt die Entfernung des Durchgangspunktes der Sonne durch den Meridian vom Südpunkt $37\frac{1}{2}^0 - 23\frac{1}{2}^0 = 14^0$, folglich vom Scheitelpunkt $90^0 - 14^0 = 76^0$.

26. An jedem Tage erreicht die Sonne in dem Augenblick, in welchem ihr Mittelpunkt durch den Meridian geht, ihre größte Höhe. Man sagt dann: sie culminirt. Die Punkte des Meridians, in welchem es geschieht, heißen Culminationspunkte der Sonne.

Der Culminationspunkt der Sonne hat demnach am 21. März und am 23. September von dem Südpunkt eine Entfernung von $37\frac{1}{2}^0$, am 21. Juni steht sie $23\frac{1}{2}^0$ höher, am 21. December $23\frac{1}{2}^0$ tiefer.

27. Die Culminationspunkte der Sonne liegen das ganze Jahr hindurch (folglich alle) zwischen dem Scheitel- und Südpunkt, in dem südlichen Theile des Meridians. Die Sonne steht uns folglich jeden Tag, Mittags um 12 Uhr, gegen Süden; niemals kommt sie für uns in den nördlichen Theil des Meridians, niemals in den Scheitelpunkt.

28. Der Schatten, den ein auf dem Horizont senkrecht errichteter Stab wirft, fällt folglich jeden Mittag um 12 Uhr nach Norden zu, in die Richtung der Mittagslinie.

29. Den Bogen oder Kreis, welchen die Sonne am 21. März und 23. September zu durchlaufen scheint, nennt man (warum — wird später klar werden) Aequator, und zwar Aequator des Himmels; den Kreis, den sie am 21. Juni beschreibt: Wendekreis des Krebses; den, in welchem sie sich am 21. December bewegt: Wendekreis des Steinbocks. Wendekreise, weil die Sonne an den genannten Tagen zum Aequator zurückkehrt, in welchem sie jährlich zweimal steht, der als der Ort des mittleren Standes der Sonne angesehen wird (Gleicher).

30. Der Aequator schneidet den Horizont in der Ost-Westlinie, unter einem Winkel von $37\frac{1}{2}^0$, welcher durch den Meridianbogen vom Südpunkt bis zum Durchschnittspunkt des Meridians mit dem Aequator gemessen wird.

31. Der Durchschnittspunkt des Wendekreises des Krebses und des Meridians ist: a) vom Südpunkt $37\frac{1}{2}^0 + 23\frac{1}{2}^0 = 61^0$; b) von den Durchschnittspunkten desselben Kreises mit dem Horizont 124 Grad (in Graden des Wendekreises) entfernt.

Der Wendekreis des Steinbocks erreicht eine Höhe von $37\frac{1}{2}^0 - 23\frac{1}{2}^0 = 14^0$; dieser Höhenpunkt (Durchschnittspunkt des Wendekreises des Steinbocks mit dem Meridian) ist von den Punkten, in welchen derselbe den Horizont schneidet, 56^0 (in Graden des Wendekreises) entfernt.

32. Der Wendekreis des Krebses ist vom Wendekreise des Steinbocks (in Graden des Meridians) $23\frac{1}{2}^{\circ} + 23\frac{1}{2}^{\circ} = 47^{\circ}$ entfernt.

33. Die Sonne bewegt sich das ganze Jahr hindurch zwischen den Wendekreisen. In dem Wendekreis des Steinbocks, am 21. December, steht sie (Mittags) am tiefsten; im Wendekreis des Krebses, am 21. Juni, am höchsten.

1) Der Lehrer stellt einen runden Tisch auf dem freien Felde oder in der Mitte des Zimmers auf. Die Tischplatte stellt den Horizont vor. Er bestimmt nach der wirklichen Lage der Cardinalpunkte des Horizonts (Nord, Süd u. s. w.) Punkte der Tischperipherie, welche dieselben vorstellen. Er zieht einen Reifen über denselben, welcher den Meridian vorstellt. Dann stellt er durch drei andere Reifen den Aequator und die Wendekreise dar. Die Schüler müssen Alles, was an dem Himmel beobachtet und bemerkt wurde, an der gemachten Vorrichtung angeben.

2) Hierauf wird den Schülern die Aufgabe gestellt, die im Freien wahrgenommenen und an dem Tisch dargestellten Kreise durch eine Zeichnung auf Papier oder auf ihren Tafeln darzustellen. (Erst Wirklichkeit, dann Modell, dann Zeichnung!) Natürlich kann diese Zeichnung verschieden ausfallen und immer richtig sein. Der Versuch gelinge oder mißlinge, das Versuchen fruchtet; dann entwerfe der Lehrer vor den Augen der Schüler an der Schultafel die Kreise. Z. B. Fig. 3! NWSON stellt den Horizont dar, N den Nordpunkt, S den Südpunkt, W den West-, O den Ostpunkt, NZS den Meridian. (Das Auge des Zeichners ist senkrecht über dem Scheitelpunkt Z zu denken!) WbO ist der Aequator, KcR der Wendekreis des Krebses, BaU der des Steinbocks. Nun beginnt das Examiniren: Was bedeutet N, S, W, O, NZS, ZN, OR, OU, WK, WB, RU, KB, SU, SO, SR u. s. w., NR, NO, NU u. s. w., Sa, Sb, Sc, Nc, Nb, Na, ab, bc, ac, bO, bW, cR, cK, aU, aB u. s. w.?

3) Zeiget an der Figur den Bogen, welcher vorstellt: die Morgen- und Abendweite der Sonne am 21. Juni und am 21. December, am 21. März und am 23. September; die Mittagshöhe der Sonne am 21. März, am 21. Juni, am 21. December; den Lauf der Sonne am längsten Tage, am kürzesten Tage; den Tagbogen der Sonne am 23. September von Morgens 6 bis Mittags 12, u. s. w. durch die ganze Figur hindurch, bis alles Schwankende und Unsichere in den Vorstellungen der Schüler verschwunden ist.

34. In dem Augenblicke, in welchem der Sonnenmittelpunkt durch den Meridian eines Ortes geht, ist es daselbst (wahre) Mittagszeit, Mittag 12 Uhr. Danach werden die Uhren gestellt. Die Zeit, welche von einem Durchgange der Sonne durch den Meridian bis zum nächsten Durchgange verfließt, heißt ein Sonnentag, welcher wie der bürgerliche, der mit 12 Uhr Mitternachts

beginnt, in 24 gleiche Theile, Stunden genannt, getheilt wird. Die Zeiten zwischen je 2 auf einander folgenden Durchgängen der Sonne durch den Meridian sind (bis auf kleine Verschiedenheiten, die hier noch nicht in Betracht kommen können) einander gleich; folglich sind auch die 24stel, d. h. die Stunden an den einzelnen Tagen, einander gleich.

35. Durch den Aufgang der Sonne entsteht der natürliche Tag, nach ihrem Untergange bricht die Nacht herein. Dem eigentlichen Aufgange, d. h. ihrer Erhebung über den Horizont, geht die Morgendämmerung vorher; zwischen dem Augenblick ihres Verschwindens unter den Horizont bis zur vollkommenen Nacht liegt die Abenddämmerung. Man rechnet, daß die Morgendämmerung am östlichen Himmel beginnt, sobald die kleinsten Sterne verschwinden, und daß die Abenddämmerung beginnt mit dem Sichtbarwerden der größten Sterne*). Die Dauer der Dämmerung ist an auf einander folgenden Tagen nicht gleich, weil sich, wie aus Nr. 17. erhellt, die Sonne über und unter dem Horizonte an solchen Tagen nicht mit scheinbar gleicher Geschwindigkeit bewegt. Aus Nr. 17. erhellet vielmehr schon, daß, da die Sonne sich am 21. März und am 23. September über und unter dem Horizonte am schnellsten bewegt**), die Dämmerung an den genannten Tagen am kürzesten sein muß. Je schneller sich die Sonne vom Horizonte entfernt oder demselben nähert, desto kürzer muß die Dämmerung sein, und umgekehrt. Dieselbe dauert so lange, als die Sonne zwischen dem Horizonte und einem Kreise, welcher 18° unter demselben parallel mit ihm gelegt gedacht wird, verweilt. Der letztere heißt der Dämmerungskreis. Die Entfernung beider wird auf dem Vertikalkreise gemessen. Die zwischen beiden liegende Zone heißt die Dämmerungszone. Von den verschiedenen Tageskreisen der Sonne liegen nicht gleich viel Grade in der Dämmerungszone; von dem Aequator am wenigsten. Da nun aber (nach Nr. 17.) in derselben Zeit von verschiedenen Tageskreisen gleich viel Grade zurückgelegt werden, so muß die Zeit, in welcher die Sonne, im Aequator laufend, die Dämmerungszone durchschreitet, die (relativ) kürzeste sein.

36. Auf einander folgende Tageslängen, d. h. die Zeiten von

---

*) Obige Bestimmung gilt von der astronomischen Dämmerung. Unter der bürgerlichen versteht man die Zeit von dem Untergang der Sonne bis zu der Zeit, wenn man ein Licht anzünden muß, um lesen zu können. (Aehnlich des Morgens.) Diese Bestimmung ist sehr ungenau, aus natürlichen Gründen. Wenn die Sonne etwa 6° unter dem Horizonte steht, ist jenes der Fall.

**) Obige Bestimmung ist nicht ganz genau. Das Genauere gehört aber nicht hieher.

einem Sonnenaufgang bis zum Sonnenuntergang an demselben Tage, sind nicht gleich lang. Am 21. März und 23. September geht in ebenen Gegenden die Sonne um 6 Uhr Morgens auf und um 6 Uhr Abends unter. Tag und Nacht sind dann einander gleich oder gleich lang. Man nennt diese Tage die Tage der Tag- und Nachtgleichen: Frühlings- und Herbst-Tag- und Nachtgleiche (Aequinoctium).

37. Vom 21. März ab wachsen die Tage mehr und mehr, die Nächte nehmen ab. Um so viel die Tage wachsen, um so viel nehmen die Nächte ab. Dies Zunehmen dauert bis zum 21. Juni, dem längsten Tage, an welchem die Sonne in den Wendekreis des Krebses tritt. Dann hat sie ihre größte Abweichung oder Entfernung vom Aequator nach Norden erreicht, sie kehrt zum Aequator zurück, steht also einen Augenblick (scheinbar) still. Dieser Punkt heißt der Sommer-Sonnenstillstandspunkt (das Sommer-solstitium), der 21. Juni der Tag der Sommer-Sonnenwende. Mit diesem Tage beginnt die Jahreszeit, Sommer genannt. Die Sonne geht für den Horizont von Berlin Morgens zwischen 3 und 4 Uhr auf, und Abends gegen 9 Uhr unter. Der längste Tag dauert also hier etwa 17, der kürzeste Tag 7 Stunden.

38. Vom 21. Juni nehmen die Tage ab, die Nächte zu, bis am 23. September beide zum zweiten Male im Jahre einander gleich sind. Herbst-Tag- und Nachtgleiche, Herbstäquinoctium. Der Herbst beginnt.

39. Die Tage nehmen fortwährend ab, die Nächte zu, bis zum 21. December, an welchem Tage die Sonne ihre größte südliche Entfernung vom Aequator erreicht. Sie kehrt von da ab zum Aequator zurück, scheinbar um, steht folglich scheinbar einen Augenblick still, Winter-Sonnenstillstandspunkt, Wintersolstitium. Der Winter fängt an.

40. Die Tage nehmen wieder zu, die Sonne nähert sich wieder dem Aequator, sie steigt alle Tage höher herauf, bis sie am 21. März wieder im Ostpunkt auf-, im Westpunkt untergeht und Tag und Nacht abermals gleich macht. Ein Jahr ist herum, und Alles kehrt in derselben Ordnung wieder. Regelmäßigkeit und Ordnung in beständigem Wechsel — Kreislauf des Jahres: Frühling, Sommer, Herbst und Winter u. s. w.

41. Am 21. December liegt der Tagbogen der Sonne am meisten südlich, der Tagbogen ist der kleinste von allen im Jahre; die Sonnenstrahlen treffen also den Horizont zu Mittag unter dem kleinsten Winkel, und der Tag ist der kürzeste. Diese vereinigten Umstände sind die Ursachen der kalten Jahreszeit, des Winters.

Am 21. Juni ist der Tag der längste, die Sonne steht am längsten am Himmel, sie erreicht im Meridian die größte Höhe, die Strahlen treffen den Horizont in einer Richtung, die sich der senkrechten am meisten nähert. Dadurch entsteht die Wärme, die Jahreszeit: Sommer genannt. Zwischen Winter und Sommer liegen die Zeiten der mittleren Wärme und Kälte: der Frühling und der Herbst. Es ist bekannt, daß Kälte und Wärme in verschiedenen Wintern und Sommern sehr verschieden sind. Kürze und Länge der Tage und die damit verbundenen Standpunkte der Sonne bewirken folglich nicht allein die Kälte und Wärme. Auch fällt die größte Kälte in der Regel nicht auf den kürzesten Tag, sondern tritt erst später ein, um die Mitte des Monats Januar. So pflegen auch die heißesten Tage erst nach der Sommersonnenwende einzutreten. Die Ursachen sind: vom Sommer her enthält die Erde noch viel Wärme, vom Winter her noch viel Kälte (einen geringeren Grad von Wärme). Doch herrscht in dem Wechsel der Wärme und Kälte eine sehr große Verschiedenheit. Nur im Allgemeinen fällt die warme Jahreszeit in die Zeit des Sommers, die kalte in die Zeit des Winters*). Theilt man das Jahr in zwei Hälften, Winter- und Sommerhalbjahr (Winter- und Sommersemester): so rechnet man Frühling und Sommer zu diesem, Herbst und Winter zu jenem. Der 21. März und der 23. September sind die Gränzscheiden. Das bürgerliche Jahr beginnt 10 Tage nach dem Wintersolstitium, am 1. Januar. Man theilt es in 4 gleiche Theile: Quartale genannt. Das erste Quartal umfaßt die Monate Januar, Februar und März u. s. w. Das bürgerliche gemeine Jahr hat eine Länge von 365 Tagen; ein Schaltjahr, welches alle 4 Jahre einzutreten pflegt, ist 366 Tage lang. Warum und wie — folgt später.

Aufgaben und Fragen.

1) Wann geht die Sonne im Ostpunkt auf? Wann geht sie im Westpunkt unter? Auch in Gegenden, deren östlicher oder westlicher Horizont mit Gebirgen versehen ist? Wie viel Grad in der Peripherie des Horizonts ist (auf dem Berliner Horizont, von dem hier immer die Rede ist) am 21. Juni der Aufgangspunkt der Sonne entfernt: a) vom Ostpunkt? b) vom Nordpunkt? c) vom Südpunkt? Wie verhält sich in dieser Beziehung der Untergangspunkt der Sonne an demselben Tage? Wie beide am 21. December jeden Jahres? Wie die Auf- und Untergangs-

*) Darum unterscheidet man die physischen Jahreszeiten von den astronomischen. Oben haben wir letztere angegeben. Der physische Sommer tritt oft früher ein als der astronomische; wir haben manchmal die größte Sommerwärme oder Hitze vor dem 21. Juni u. s. w.

punkte am 21. Juni und 21. December zu einander? Wie weit (versteht sich: wie viel Grad) ist der Aufgangspunkt am 21. Juni vom Aufgangspunkt am 21. December entfernt? Welche Entfernung hat der Punkt, in welchem die Sonne (der Mittelpunkt der Sonne) am 21. December untergeht: a) von dem Westpunkt; b) vom Südpunkt; c) vom Nordpunkt; d) vom Ostpunkt; e) vom Aufgangspunkt am 21. Juni? u. s. w. (Alles in Graden des Horizontes.) Wie weit sind die Auf- und Untergangspunkte das ganze Jahr hindurch vom Scheitelpunkt entfernt?

2) An welchen Tagen sind die Tagbogen der Sonne 180°? In welcher Zeit größer, wann kleiner als 180°? An welchem Tage hat der Tagbogen seine größte Länge erreicht (sein Maximum)? An welchem Tage beschreibt die Sonne einen Nachtbogen, der dem Tagbogen an Größe gleich ist, den sie am 12. Juni beschreibt? An welchem Tage beginnt das Wachsthum der Tagbogen? Wie lange dauert es? Von welchem Tage an bis zu welchem Tage nehmen die Tagbogen ab?

3) Vergleiche die Größe der Tagbogen mit der Lage der Auf- und Untergangspunkte der Sonne! Z. B.: Durch welchen Auf- und Untergangspunkt geht der kürzeste, der mittlere, der größte Tagbogen?

4) Welche Lage haben die Tagbogen der Sonne (ihre Ebenen) gegen den Horizont — haben sie eine veränderliche, oder eine sich gleich bleibende (constante) Lage? Welche Größe haben die spitzen, welche die stumpfen Winkel? Nach welcher Weltgegend liegen jene und diese? Welche Lage haben die Tagbogen gegen einander?

5) Welche Lage hat der Meridian gegen die Tagbogen? Welchem Punkte der Tagbogen liegt der Südpunkt des Horizontes am nächsten? Welche Entfernung hat der Südpunkt von dem Culminationspunkte der Sonne am 21. December, am 21. März, am 21. Juni, am 23. September (in Graden des Meridians)? Wie weit ist der Scheitelpunkt von den Culminationspunkten an diesen Tagen entfernt? Wie weit der Nordpunkt? Welche Bogen haben eine Länge von $37\frac{1}{2}^0$, 14^0, 61^0? In welchem Theile des Meridians liegen sämmtliche Culminationspunkte der Sonne? Wie vielerlei Richtung hat der Schatten eines Menschen an verschiedenen Tagen des Jahres, Mittags 12 Uhr?

6) Welche Entfernung hat der Südpunkt vom Wendekreis des Steinbocks, vom Aequator, vom Wendekreis des Krebses? Auf welchem Kreise werden diese kleinsten Entfernungen bestimmt? Welches ist die kleinste Entfernung des Scheitelpunktes (Zenithes) vom Aequator und von den Wendekreisen? Warum sind die Bogen des Horizontes, welche zwischen den Durchschnittspunkten der Wendekreise mit dem Horizont liegen, die Morgen- und Abendweiten der Sonne, größer als $23\frac{1}{2}^0 + 23\frac{1}{2}^0 = 47^0$?

7) Zeige mir mit diesem Stabe: die Lage des Aequators, des Wendekreises des Krebses, des Steinbocks! den Bogen des Meridians zwischen Südpunkt und Aequator, zwischen Südpunkt und Wendekreis des Krebses, zwischen Südpunkt und Wendekreis des Steinbocks, zwischen den Wendekreisen, zwischen Scheitelpunkt und den Wendekreisen, zwischen Scheitelpunkt und Aequator!

8) Stellet die Lage der 4 Kreise Meridian, Aequator, Wendekreise — durch Reifen über einer Tischfläche dar, benennet alle Punkte, zeiget alle Bogen und sprechet alle gefundenen Wahrheiten in kurzen Sätzen klar und bestimmt aus! (Angabe alles dessen, was Fig. 3 darstellt.)

9) Wie oft im Jahre und wann sind die Tage und Nächte einander gleich? Auf welchen Tag fällt das Frühlingsäquinoctium, auf welchen das Herbstäquinoctium? Wann ist der kürzeste Tag? der längste? die längste Nacht? die kürzeste? Wie lange nehmen die Tage zu? wie lange ab? die Nächte zu? ab? Von welchem Tage bis zu welchem Tage nehmen die Tage zu? die Nächte? Wie lange dauert in Berlin der längste Tag? der kürzeste? die längste Nacht? die kürzeste? Wie viel Tage der Sonnenwenden oder Solstitien haben wir? Wann treten sie ein? Zwischen welchen Kreisen liegen die Tagbogen der Sonne in der Jahreszeit: Winter genannt? im Frühling? im Sommer? im Herbst? Welche Erscheinungen fallen am 21. December, 21. März, 21. Juni, 23. September zusammen? (Z. B. am 21. December: Stand der Sonne im Wendekreis des Steinbocks, südlichster Aufgangspunkt derselben vom Ostpunkte aus, tiefster Standpunkt zu Mittag im Meridian, kürzester Tag u. s. w.).

10) Welches sind die allgemeinsten Ursachen der Wärme im Sommer, der Kälte im Winter? In welchem Maaße pflegt die Wärme zu- und abzunehmen? Welches sind die Grenzen des astronomischen Winter- und Sommerhalbjahres (Semesters)? Welche Monate gehören zum ersten, zweiten, dritten und vierten Quartal? In welchen Monaten nehmen die Tage zu? in welchen ab? Giebt es einen Monat, in welchem die Tage erst ab-, dann wieder zunehmen? In welchem Monat findet das Umgekehrte Statt?

11) Wie viele Tage liegen zwischen dem 21. März und dem 23. September, und wie viele zwischen dem 23. September und dem 21. März, oder: wie verhält sich die Länge des Sommerhalbjahres (Sommersemesters) zur Länge des Winterhalbjahres (Wintersemesters)? Nach dem Kalender zu bestimmen!

Die Schüler finden einen Unterschied von etwa 6 Tagen. Woher, warum? — Es wird ihnen in der Folge klar werden. Erst Thatsachen, später Erklärung derselben. Die Geschichte der Astronomie ist ihre Methode (d. h. der Methode des Unterrichts). (Vorübungen, Anspielungen, Fingerzeige — nach Lessing!)

2. Beobachtungen an den Sternen (bei Nacht).

1. Bald nach Untergang der Sonne erscheinen, wenn keine Wolken über uns schweben, die Sterne am Himmelsgewölbe als mehr oder weniger hell glänzende Punkte, hier mehr, dort weniger zusammengedrängt. Zuerst werden die am hellsten glänzenden, allmählig auch die in schwächerem Lichtglanz leuchtenden sichtbar. Endlich gewahrt das Auge eine unzählige Menge von Sternen. An

einzelnen Stellen vereinigt sich ihr Glanz zu einem weißlichen Schimmer und man gewahrt einzelne Gruppen und Gestalten. Jene löset das Fernrohr meist in lauter einzelne Sterne auf, es sind Sternhaufen. Den zusammenhängenden, ungefähr kreisförmig sich fortziehenden Sternenschimmer nennt man Milchstraße.

2. Gute Augen unterscheiden die Sterne nach ihrer scheinbaren Größe: Sterne erster, zweiter, dritter u. s. w. bis sechster oder gar zehnter Größe. Außerdem unterscheiden die Sternkundigen oder Astronomen die Sternbilder oder Gestirne von einander, d. h. sie vereinigen eine Anzahl Sterne, welche zusammenstehen, zu einer zusammengehörigen Gruppe, zu einer Figur, einem Bilde, und geben diesem einen Namen. So kennt fast Jedermann den großen und kleinen Wagen (Bären), den großen und kleinen Hund, den großen und kleinen Löwen, den Herkules, die Jungfrau, das herrliche Gestirn: Orion genannt u. s. w. Unter den (feststehenden) Sternen glänzt keiner schöner als Sirius im Sternbild des großen Hundes. (Stern verhält sich zu Sternbild wie Berg zu Gebirg.)

3. Da die Sterne nach dem Untergange der Sonne sichtbar werden, bei ihrem Aufgange verschwinden, so schließt man mit Recht, daß sie auch bei Tage glänzen, aber dann nur wegen des hellen Glanzes der Sonne nicht gesehen werden können. Diese Vermuthung wird bestätigt, wenn man aus einem tiefen Brunnen oder Schachte, in welchen das Sonnenlicht nicht eindringen kann, einen Theil des Himmels betrachtet. Man sieht dann mit bloßen Augen die etwa darüber stehenden hell glänzenden Sterne. Der Mond, der auch zu den Himmelskörpern gehört, erblaßt auch, sobald die Sonne, die mit Recht die Königin oder Herrscherin des Tages genannt wird, aufgeht. Doch sieht man zu gewissen Zeiten den blassen Mond noch bei Tage.

4. Es bedarf keiner großen Aufmerksamkeit, um wahrzunehmen, daß die Sterne, mit wenigen Ausnahmen, die Stellung, die sie gegenseitig einnehmen, fort und fort beibehalten. Diejenigen z. B., welche ein Dreieck, Viereck oder eine andere Figur bilden, werden immer in dieser Lage gesehen. Sie verändern also ihre gegenseitige Lage zu einander nicht. Man hat sie darum Fixsterne genannt.

Von einigen wenigen dagegen gilt dieses nicht. Beobachtet man sie nämlich eine Reihe von Tagen oder Monaten, so bemerkt man eine Aenderung ihrer Stellung zu den übrigen, namentlich zu denen, in deren Nähe sie stehen. Sie entfernen sich von diesen, nähern sich andern. Man nennt sie Planeten. Daß der Mond, der wegen seiner Größe eine Auszeichnung verdient, darum in popu-

lärer Betrachtung vorzugsweise als Himmelskörper, nicht als Stern angesehen wird, sich gleichfalls und verhältnißmäßig sehr bedeutend bewegt, wissen schon die Kinder.

5. Zuweilen erscheinen auch seltsame Lichtwesen oder Lichtkörper am Himmel, die sich durch nebelhaften Schimmer, mehr rund oder länglich, auszeichnen, gewöhnlich aber bald wieder verschwinden, und, so lange sie sichtbar bleiben, stark bewegen. Man nennt sie Haar- oder Schweifsterne, Kometen.

Dies sind sämmtliche, bei Nacht erscheinende Himmelskörper: erstens der Mond, zweitens die Fixsterne, drittens die Planeten, viertens die Kometen. Es ist ein das Auge des Menschen unwillkührlich anziehendes, das Gemüth fesselndes und beruhigendes, im rechten Sinne des Wortes ein erhabenes Schauspiel. Die ältesten Bewohner der Erde haben in Freude bewundernd, sehnsuchtsvoll in Leid und Schmerz, zu dem gestirnten Himmel aufgeblickt, und es ist wohl der Mühe werth, sich über die Natur und Eigenschaften dieser Körper näher aufzuklären, so weit es dem sterblichen Menschen vergönnt ist. Man richtet daher seine Aufmerksamkeit auf sie hin, um zu erfahren, was man mit eigenen Augen an ihnen wahrnehmen kann; nachher denkt man darüber nach, was sich aus den Beobachtungen schließen läßt; endlich vernimmt man gern, was die eigentlichen Sternkundigen, die Männer, welche sich wissenschaftlich mit dem großen Gegenstande beschäftigen, uns zu sagen haben. Ist auch nicht Alles von dem, was sie wissen, für uns verständlich, weil dieses Verständniß Kenntnisse und Einsichten voraussetzt, die uns fehlen, so eignen wir uns doch als denkende und nach Aufschluß über die Natur der Dinge begierige Wesen gern und dankbar das an, was wir fassen und begreifen können. Ein so großer Gegenstand kann nie ganz erschöpft werden. „In's Innerste der Natur," sagt ein weiser Mann, „dringt kein erschaffener Geist." Ueberall sind wir von unergründlichen Geheimnissen umgeben. Die Naturforscher haben aber doch von dem sichtbaren Himmel schon so viel erforscht, daß wir nicht Alles erlernen können, und daß wir den Geist des Menschen bewundern müssen. Betrachten wir zunächst, was jeder aufmerksame Mensch selbst am Himmel wahrzunehmen im Stande ist!

6. Wenn wir nach Sonnenuntergang am westlichen Himmel unsern Blick gegen Osten richten, so bemerken wir, daß hier Sterne über den Horizont heraufkommen. Auch die Sterne gehen im Osten auf. Die aufgegangenen erheben sich mehr und mehr, erreichen im Meridian ihre größte Höhe, senken sich von da gegen Westen und gehen hier unter. Die Zeit, welche vom Aufgang eines

Sternes bis zum Durchgang durch den Meridian verfließt, ist gleich der Zeit von seinem Durchgang durch den Meridian bis zum Untergang. In einem Kreisbogen bewegt er sich vom Aufgang bis zum Niedergang.

7. Manche Sterne gehen genau im Ostpunkte auf, im Westpunkte unter. Ihre sichtbare Bahn am Himmel ist der Bogen eines Halbkreises, sie laufen im Aequator, erreichen im Meridian eine Höhe von $37\frac{1}{2}°$, und brauchen vom Augenblick des Auf- bis zum Augenblick des Niederganges eine Zeit von 12 Stunden.

8. Andere gehen nördlich, noch andere südlich vom Ostpunkte auf. Die Aufgangspunkte liegen zwischen dem Ost- und Nordpunkte, zwischen dem Ost- und Südpunkte; also überhaupt an der östlichen Hälfte des Horizontes. Der Untergang geschieht zwischen denselben Punkten, dem Nord- und Südpunkte, nur an der westlichen Hälfte des Horizontes.

9. Die Entfernung des Aufgangspunktes eines Sterns vom Ostpunkte ist genau gleich der Entfernung des Untergangspunktes desselben Sternes vom Westpunkte. Ist jene nördlich, so ist es auch diese, und umgekehrt. Jeder beschreibt einen mit dem Aequator parallel laufenden Bogen.

10. Die Bogen, welche diejenigen Sterne beschreiben, die nördlich vom Ostpunkte aufgehen, sind größer als ein Halbkreis, betragen mehr als 180°. Je weiter der Aufgangspunkt gegen Norden liegt, desto mehr nähert sich der Bogen an Größe einer ganzen Kreisperipherie. Wer ganz nahe dem Nordpunkt aufgeht, dessen sichtbarer Bogen ist beinahe gleich einer Kreisperipherie.

Die Bogen, welche diejenigen Sterne über dem Horizonte beschreiben, welche südlich vom Ostpunkte aufgehen, sind kleiner als ein Halbkreis, betragen weniger als 180°. Je weiter nach Süden der Aufgangspunkt eines Sternes liegt, desto kleiner ist der Bogen, den er am Himmel beschreibt. Ein Stern, der ganz nahe dem Südpunkt aufgeht, bleibt nur sehr kurze Zeit sichtbar, erhebt sich nur wenig über den Horizont, verschwindet alsbald wieder.

11. Ueber dem Nordpunkte erblicken wir eine Menge von Sternen, die gar nicht untergehen, folglich auch nicht aufgehen, weil sie immer über dem Horizonte schweben. Wir sehen einen jeden von ihnen einen tiefsten und einen höchsten Standpunkt erreichen; beide liegen im Meridian. Alle Sterne culminiren im Meridian. Die Bahnen dieser nie untergehenden Sterne sind sichtbar vollkommene Kreise, welche auch parallel mit dem Aequator liegen, und in dem Maaße kleiner werden, als sie sich vom Aequator entfernen. Endlich erblicken wir in einer gewissen Höhe über dem Horizonte, über

dem Nordpunkt, einen Stern, der sich (für das bloße Auge) gar nicht zu bewegen scheint. Je näher einer der andern Sterne demselben steht, desto kleiner ist der Kreis, den er um jenen unbeweglichen oder, genauer betrachtet, um einen Punkt, der sich ganz nahe bei demselben befindet, zu beschreiben scheint. Diesen Punkt nennt man den Nordpol des Himmels, den nahe demselben stehenden Stern zweiter Größe den nördlichen Polarstern. Alle Sterne bewegen sich scheinbar in Kreisen um den Nordpol des Himmels. Mit der Entfernung vom Nordpol nehmen diese Kreisbahnen an Größe zu, bis zum Aequator, welcher der größte dieser Kreise ist. Weiter südlich nehmen sie ab. Gleich weit vom Aequator entfernte Sterne beschreiben gleich große Kreisbahnen. Alle diese Kreisbahnen liegen dem Aequator, folglich unter sich parallel. Alle Sterne, die immer über dem Horizonte stehen, erreichen ihren tiefsten Stand in dem Theil des Meridians, welcher zwischen dem Nordpol des Himmels und dem Nordpunkt des Horizontes liegt, ihren höchsten in dem andern Theile des Meridians. Von dem tiefsten Standpunkte erheben sich die Sterne nach dem östlichen Theile des Himmels zu, von dem höchsten senken sie sich nach der westlichen Hälfte des Himmels.

12. Der Nordpol des Himmels ist vom Nordpunkt unsers Horizontes $52\frac{1}{2}^{\circ}$ entfernt. So viel beträgt der Bogen des Meridians zwischen diesen beiden Punkten. Der Nordpol des Himmels ist folglich $90^{\circ} - 52\frac{1}{2}^{\circ} = 37\frac{1}{2}^{\circ}$ vom Scheitelpunkt, und folglich $90^{\circ} + 37\frac{1}{2}^{\circ} = 127\frac{1}{2}^{\circ}$ vom Südpunkt des Horizontes entfernt. Die Zenithentfernung (Zenithdistanz) des Poles beträgt $37\frac{1}{2}^{\circ}$. Ein Stern, der gerade $37\frac{1}{2}^{\circ}$ vom Nordpol entfernt ist, erreicht folglich seine größte Höhe über dem Horizonte im Zenith, er geht durch unseren Scheitelpunkt. Ein Stern, der gerade $52\frac{1}{2}^{\circ}$ vom Nordpol entfernt ist, erreicht seinen tiefsten Stand im Nordpunkt des Horizontes, er berührt denselben, erhebt sich aber gleich wieder, geht nicht unter. Alle diejenigen Sterne, welche zwischen dem Kreise, den der eben angedeutete Stern beschreibt, und dem Nordpole stehen, gehen gar nicht unter, und heißen Circumpolarsterne.

Da der Nordpol $37\frac{1}{2}^{\circ}$ vom Scheitelpunkt, der Aequator $52\frac{1}{2}^{\circ}$ vom Scheitelpunkt entfernt ist, so beträgt die Entfernung des Nordpols vom Aequator $37\frac{1}{2} + 52\frac{1}{2} = 90^{\circ}$.

13. Die Zeit, welche von dem Aufgange eines Sterns bis zum nächsten Aufgange verfließt, beträgt (im Allgemeinen) 24 Stunden. Eben so viel Zeit verfließt von dem Durchgange desselben durch den Meridian bis zum nächstfolgenden Durchgange. Die Zeit, welche

verfließt von dem Durchgange eines nicht untergehenden Sterns durch den tiefern Theil des Meridians bis zu seinem Durchgange durch den höheren Theil, beträgt 12 Stunden. Innerhalb 24 Stunden culminirt er also 2 Mal, jedes Mal nach Verlauf von 12 Stunden.

14. Wenn wir die eben angegebenen Zeiträume genauer beobachten, so finden wir, daß von dem Durchgange eines (aufgehenden) Sternes durch den Meridian bis zum abermaligen Durchgange in der nächsten Nacht weniger als 24 Stunden verfließen, nämlich 4 Minuten weniger. Jeder Stern braucht also zur Vollendung seiner Kreisbahn 24 Stunden weniger 4 Minuten = 23 Stunden 56 Minuten. (Wir begnügen uns hier, wie überall, mit runden Zahlen.)

15. Natürlich ist die Geschwindigkeit, mit welcher die einzelnen Sterne sich, bei dem Umschwunge des Himmelsgewölbes von Osten gegen Westen, zu bewegen scheinen, nicht gleich. Die Kreisbahnen, die sie in 24 Stunden durchlaufen, sind ja an Größe verschieden. Diejenigen, welche in dem Ostpunkte aufgehen, also sich im Aequator des Himmels bewegen, beschreiben in derselben Zeit einen größeren Weg als die übrigen, sie bewegen sich folglich schneller. Ein Körper, der in derselben Zeit den doppelten Weg zurücklegt als ein andrer, hat die doppelte Geschwindigkeit. Bei gleichen Zeiten verhalten sich die Geschwindigkeiten zweier Körper wie ihre Wege. Die Sterne, welche dem Nordpol, der gar keine Bewegung hat, nahe stehen, bewegen sich sehr langsam. Die Geschwindigkeit nimmt mit ihrer Entfernung vom Nordpol bis zum Aequator zu. Südlich von demselben nimmt die Geschwindigkeit wieder ab. Zwei Sterne, die gleich weit, der eine nördlich, der andre südlich, vom Aequator abstehen, haben gleiche Geschwindigkeit. Sie legen in derselben Zeit gleich große Bahnen zurück.

1) Der Lehrer giebt dem Schüler einen Stab in die Hand und läßt ihn auf freiem Horizonte und in der Schulstube, nachdem man sich in derselben orientirt hat, Alles zeigen, was er (der Lehrer) verlangt. Lehrer: Standpunkt und Horizont! Der Schüler zeigt u. s. w. Lehrer: Zenith — Scheitellinie — Meridian — Aequator — Wendekreis des Krebses — des Steinbocks — Nordpol — Polhöhe — Zenithentfernung des Pols — Polentfernung des Aequators — Zenithentfernung des Aequators — Aequatorhöhe — Höhe der Wendekreise — Zenithentfernung der Wendekreise — Polarentfernung derselben — tägliche Bewegung der Sterne — Raum, wo die nicht untergehenden Sterne stehen — Raum, wo die unter- und aufgehenden Sterne sich befinden — Sterne, welche die schnellste tägliche Bewegung haben — Sterne, welche eine sehr langsame Bewegung haben — Nordpunkt, Nordpol —

Ostpunkt, Ostpol (Ostpol, Aufmerksamkeit!) — Westpunkt, Westpol (!) — Südpunkt, Südpol — u. s. w.*)

2) Nachdem wir die bisherigen Beobachtungen angestellt und ihr Ergebniß in Worten ausgedrückt haben, suchen wir uns die Sache an einer Vorrichtung zu veranschaulichen. Wir wählen wieder unsern runden Tisch, befestigen über demselben verschiedene Reifen. Der eine, der vom Nordpunkt zum Südpunkt geht, stellt den Meridian vor, er erhebt sich senkrecht über der Tischebene. Ein zweiter geht durch den Ost- und Westpunkt, und erhebt sich $37\frac{1}{2}^{0}$ im Meridian; er stellt den Aequator vor. Im Meridian, $52\frac{1}{2}^{0}$ über dem Nordpunkt, befestigen wir einen glänzenden Nagel, der den Nordpol (oder auch, ohne bedeutenden Fehler, den nördlichen Polarstern, der nur $1\frac{1}{2}$ Grad vom wirklichen Nordpol entfernt ist) vorstellt. Eine grade Linie, die wir von dem Mittelpunkt der Tischebene, der unsern Standpunkt darstellt, nach dem Nordpol ziehen könnten, würde mit der Mittagslinie einen Winkel von $52\frac{1}{2}^{0}$ machen, der durch den Meridianbogen zwischen dem Nordpol und dem Nordpunkt gemessen wird. Dieser Bogen oder der Winkel, den er mißt, heißt die Polhöhe. Sie ist für Berlin in runder Zahl $52\frac{1}{2}^{0}$.

Hierauf bewegen wir in verschiedenen Entfernungen vom Nordpol, von der Ostseite des Tisches aus, einzelne Punkte, kleine Kugeln z. B., über die Tischebene nach dem Meridian zu, parallel mit dem Aequator, um uns die tägliche Bewegung der Sterne zu veranschaulichen. Oder wir befestigen auch eine Anzahl von größeren und kleineren Reifen, parallel mit dem Aequatorreifen, je näher dem Pole, desto kleinere; je weiter vom Aequator südlich, auch desto kleinere. Derjenige, welcher nach allen Seiten $52\frac{1}{2}^{0}$ vom Nordpol entfernt ist, berührt mit seinem tiefsten Punkt den Nordpunkt der Tischebene; die zwischen ihm und dem Nordpole liegen, befinden sich ganz über der Fläche. Andere, welche weiter als $52\frac{1}{2}^{0}$ vom Nordpol entfernt sind, liegen mehr als zur Hälfte über der Tischebene. Von den südlich von dem Aequator anzubringenden erhebt sich weniger als die Hälfte über dieselbe. In einer Entfernung von $23\frac{1}{2}^{0}$ nördlich und südlich vom Aequator können die Wendekreise angebracht werden. Zwischen dieselben fällt, wie bereits bekannt, die tägliche Bewegung der Sonne. Auch ist es unverfänglich, in einer Entfernung von $23\frac{1}{2}^{0}$ vom Nordpol einen Kreis anzubringen, auf den-

---

*) Einer der Herren Recensenten dieses Buchs gesteht, nicht zu wissen, was obige Fragen nach dem Ost- und West-Pole sollen. Antwort: die (oft so unaufmerksamen, oft falsch schließenden, darum durch unerwartete, meinetwegen dumme Fragen aufmerksam und gescheut zu machenden) Schüler prüfen und wecken! Nordpunkt, Nordpol — Südpunkt, Südpol, das geht. Ob auch nach dieser Analogie: Ostpunkt, Ostpol u. s. w. — darauf sollen obige dumme Fragen aufmerksam machen. Ich habe dabei noch jedes Mal gefunden, daß die Schüler wenigstens — stutzen, oder sich auch, wenn die Fragen rasch hinter einander folgen, zu falschen Antworten verleiten lassen. Erwünschte Gelegenheit zur Prüfung der Köpfe! Noch einige Beispiele für später: Wie dick ist die Erdachse? Wie breit der Aequator? Welche Größe haben die Pole? u. s. w.

selben die Aufmerksamkeit zu lenken und ihn nördlichen Polarkreis des Himmels zu nennen. Diese Vorrichtung giebt nun Veranlassung, alles unmittelbar Beobachtete zu versinnlichen, zu wiederholen und einzuprägen. Wo die Verhältnisse die wirkliche Beobachtung am Himmel nicht gestattet haben, begnügt man sich mit der Darstellung an dieser Vorrichtung mit Hinweisung auf den Himmel. Man muß nicht versäumen, dem Tische die rechte Richtung zu geben, die Mittagslinie in die Richtung von Süden nach Norden zu stellen. Der Lehrer zeigt, fragt, läßt zeigen, fragen u. s. w. — Wer es bis dahin nicht wußte (wissen heißt mehr, als gehört haben), was für eine schöne Sache es ist, sich eine richtige Weltansicht zu erwerben, erfährt es hier und weiß es dann. „Man wird nur klug durch eigene Weisheit." — Hält man es für gut, auch den Südpol des Himmels zu bezeichnen, die Himmelsachse darzustellen, durch Reifen Kreise um den Südpol herum anzulegen, oder sogar schon die Lage der Ekliptik durch einen Reifen zwischen den Wendekreisen anzugeben, so wird nur ein sehr strenger Methodiker dieses tadeln. Wir halten es für zulässig, nicht geradezu für nachtheilig. Manche Verhältnisse mögen es sogar gebieten: das wirkliche Beobachten findet leicht Hindernisse. Kann man nicht Alles, was die Methodik in ihrer Strenge verlangt, thun, so thut man doch das Mögliche. Mehr als dieses verlangt kein billiger Mann.

3) Nachdem dieses Alles geschehen, wird von den Schülern und dem Lehrer eine Zeichnung auf einer Tafelfläche entworfen, welche das Wesentlichste darstellt. Die Schüler mögen es zuerst für sich versuchen! — Z. B. Fig. 4. HC stelle den mittleren Durchschnitt des Horizontes, die Mittagslinie, vor, C den Nord=, H den Südpunkt; HZC den Meridian, E unsern Standpunkt, N den Nordpol, Z das Zenith, EN eine grade Linie vom Standpunkte nach dem Nordpole, PK den nördlichen Polarkreis, ZD, BC, AE, FG, LI Hälften der Bogen, in welchen Sterne laufen, AE die Hälfte der über dem Horizonte liegenden Hälfte des Aequators vor.

Nun ist Bogen $CN=52\frac{1}{2}°$, $NEC=52\frac{1}{2}°$, NK und $NP=23\frac{1}{2}°$, $NZ=37\frac{1}{2}°$, ZH und $ZC=90°$, $NA=90°$, $ZA=52\frac{1}{2}°$, $AH=37\frac{1}{2}°$. Stellen MO und QR die Wendekreise vor, so ist AM und $AQ=23\frac{1}{2}°$, $ZM=ZA-AM=52\frac{1}{2}° - 23\frac{1}{2}°=29°$, $ZQ=ZA+AQ=52\frac{1}{2}°+23\frac{1}{2}°=76°$, u. s. w. Da $NC=52\frac{1}{2}°$ und auch $ZA=52\frac{1}{2}°$, so ergiebt sich, daß die Polhöhe gleich ist der Entfernung des Aequators vom Zenith. Da $ZN=37\frac{1}{2}°$ und auch $AH=37\frac{1}{2}°$, so folgt, daß die Zenithentfernung des Pols der Aequatorhöhe gleich ist. Diese Sätze fixire man, präge überhaupt Alles fest ein, gehe aber von der Zeichnung zu jener Vorrichtung und zu dem Himmel zurück, damit der Schüler sich die Sache nicht nur an der Tafel und im Zimmer, sondern am Himmel vorstelle.

Anmerk. Der Gebrauch künstlicher, d. h. von einem Mechanikus verfertigter Modelle ist Anfangs sorgfältig zu verschmähen. Sie verwirren, statt zu verdeutlichen. Natürliche, d. h. selbstverfertigte, vor den Augen der Schüler entstandene und mit ihrer

Berathung construirte Vorrichtungen sind zweckmäßig; nur muß die wirkliche Anschauung des Himmels und der an ihm vorkommenden Bewegungen, wenigstens deren Vorstellung (durch productive Einbildungskraft) vorhergegangen sein. Nur dann ist die Vorstellung eine wahre, lebendige. Wer nur gelernt hat, sich die Himmelserscheinungen an Zeichnungen vorzustellen, kennt sie nicht. Deßgleichen: wer sie zuerst an Zeichnungen gelernt hat, findet fast unüberwindliche Schwierigkeiten, die Vorstellungen auf den Himmel zu übertragen. Darum muß man mit wirklichen Beobachtungen, mit dem Himmel selbst, beginnen. Man merkt es sofort, ob das Eine oder das Andere der Fall gewesen, gerade wie man es an der Ausdrucksweise selbst merkt, ob Einer bei Erdbeschreibungen an die Beschaffenheit der Erdoberfläche selbst, oder an die Landkarte denkt. Letzteres ist sehr ungenügend. — Obige, wie alle künstlichen Vorrichtungen (Modelle ꝛc.) sollen dem Schüler eine Probe der Richtigkeit seiner Vorstellung liefern. Zeichnungen in einer Ebene (auf der Fläche einer Tafel) dienen ebenfalls dazu.

3. Beobachtungen am Monde.

1. Selbst kleine Kinder kennen schon den stillen, freundlichen Mond. Wir kennen ihn besser als die Sonne. Er blendet das Auge nicht mit seinem sanften Lichte, er läßt sich mit unbewaffnetem Auge beobachten. Jedermann weiß daher, daß er bald des Nachts am Himmel gesehen wird, bald nicht, daß man ihn bald in Sichelgestalt, bald als erstes oder letztes Viertel, bals als Vollmond erblickt. Zuweilen sieht man ihn auch des Morgens nach Sonnenaufgang erblaßt am Himmel stehen. Manche wollen im Vollmond nicht nur hellere und dunklere Stellen, sondern ein Gesicht wahrnehmen. (?)

2. Es gehört nur geringe Aufmerksamkeit dazu, um zu wissen, daß er in Sichelgestalt Abends nach Sonnenuntergang am westlichen Himmel erscheint. Reisende, welche vor Sonnenaufgang ausziehen, oder fleißige Leute, die sich im Sommer nach 3 Uhr, im Winter gegen 6 Uhr an die Arbeit machen, wissen auch, daß er manchmal vor Sonnenaufgang am östlichen Himmel als Sichel erscheint. Nur hat die Sichel dann die umgekehrte Gestalt, wie denn auch das sogenannte erste Viertel auf andrer Seite gesehen wird als das letzte.*) Ferner weiß fast Jedermann, daß er als

*) Anfänger wissen oft nicht, ob der Mond im ersten, oder im letzten Viertel steht, ob sein Licht zu- oder abnimmt. Denen kommt man dadurch zu Hülfe, daß man ihnen, was sich leicht behält, sagt: Wenn die Lichtfläche des Mondes dem obern Theile eines Z gleicht, so ist das Licht im Zunehmen (erstes Viertel); gleicht sie dem Buchstaben *a*, so ist das Licht im Abnehmen (Z = Zunehmen, *a* = Abnehmen).

Vollmond die Freundlichkeit hat, die ganze Nacht zu scheinen (NB. wenn die Wolken es erlauben), Abends im Osten aufzugehen, Mitternachts im Meridian gegen Süden zu stehen, Morgens im Westen zu verschwinden.

3. Weniger schon möchte es Manchem zum Bewußtsein gekommen sein, daß er das eine Mal als Vollmond eine viel bedeutendere Höhe erreicht als das andere Mal. Leichter bemerkt man, daß er in verschiedenen Jahreszeiten als Vollmond an verschiedenen Stellen des Horizontes aufgeht.

4. Was die Zeit seiner Erscheinung betrifft, so ist leicht zu bemerken, daß er, wenn er als allbekannte Sichel (mit den sogenannten Hörnern*) am westlichen Himmel erscheint, sobald die Sonne untergegangen ist, nicht erst aufzugehen braucht, sondern schon aufgegangen ist. Als Vollmond erscheint er immer zuerst am östlichen Himmel, wie er denn, gleich der Sonne und den Gestirnen, nur am östlichen Himmel auf-, am westlichen Himmel unterzugehen pflegt. Ist der Vollmond vorüber, so geht er alle Tage später auf, um 7, um 8, um 9 Uhr Abends und später. Ueberhaupt geht er an jedem folgenden Tage später auf und unter, als an dem vorhergehenden Tage.

5. Fügen wir noch bei, wie es allgemein bekannt ist, daß die Monderscheinungen: erstes Viertel, Vollmond, letztes Viertel, alle Monate wiederzukehren pflegen: so haben wir in dem Bisherigen wohl im Ganzen die Summe dessen angegeben, was die Mehrzahl der Menschen vom Monde weiß.**)

Zu einer genaueren Kenntniß, weniger seines Wesens und seiner Eigenschaften als seiner Erscheinungen, ist es daher erforderlich, daß wir ihn sorgfältiger, mit bestimmter Absicht, beobachten. Wo wollen wir anfangen? Mit der Sichel, dem Vollmonde oder dem letzten Viertel? Das Mittlere, denken wir, wird das Beste sein: mit dem Vollen, Ganzen, woraus besondere, leicht erkennbare Vortheile entspringen.

---

6. Es sei um die Zeit des Frühlingsäquinoctiums, um das Osterfest herum, das, wie unsre Leser wohl schon gehört haben, nach dem Vollmonde im Frühling berechnet und festgestellt wird! Die Sonne pflegt um diese Zeit im Ostpunkt oder demselben nahe auf-, im Westpunkte oder in dessen Nähe unterzugehen, jenes um 6 Uhr

*) „mit schön gebognem Silberhorn.“ (Schiller.)

**) Die Leser bemerken die didaktische Regel, der wir folgen: zuerst das bereits Bekannte, das weniger Bestimmte (Oberflächliche, Vage) 2c.; warum?

Morgens, dieses um 6 Uhr Abends, der Tag wie die Nacht dauert 12 Stunden. So wie die Sonne untergegangen ist, bemerken wir den Mond mit seiner vollen, runden Scheibe, den Vollmond am östlichen Himmel. Er geht gleichfalls im Ostpunkte oder in der Nähe desselben auf. Von Stunde zu Stunde erhebt er sich, er geht oder läuft, wie man zu sagen pflegt, ungefähr*) in der Richtung, die wir als die Lage des Aequators kennen gelernt haben. Um Mitternacht culminirt er ungefähr in einer Höhe von $37\frac{1}{2}^{0}$, dann senkt er sich allmählig gegen Westen zu und geht ungefähr im Westpunkte, Morgens gegen 6 Uhr, wenn die Sonne am östlichen Himmel erscheint, unter. Wenn Vollmond ist, so scheint er die ganze Nacht.

7. Am folgenden Tage geht er ungefähr eine Stunde (genauer 50 Minuten) später auf, auch schon, wenn wir uns den Ort seines Aufganges am vorigen Abend an einem Baume oder Hause gemerkt haben, nicht mehr an demselben Orte, sondern etwas südlich vom Ostpunkte. Im Meridian erreicht er nicht mehr ganz die Höhe des vorigen Tages, beim Sonnenaufgang sehen wir ihn am westlichen Himmel, aber noch nicht untergegangen, er geht auch 50 Minuten später unter als am vorhergehenden Abend, und zwar etwas südlich vom Westpunkte. Der Bogen, den er am Himmel beschrieben hat, liegt seinem Laufe am vorhergehenden Tage parallel.

8. Am 2ten Tage nach dem Tage des Vollmondes geht er noch später auf, und zwar jeden Tag 50 Minuten später als am vorhergehenden (Alles ungefähr), desgleichen immer südlicher, seine Höhe im Meridian nimmt täglich ab, doch bleiben die Bogen einander parallel; so weit südlich sein Aufgangspunkt vom Ostpunkte lag, so weit liegt sein Untergangspunkt südlich vom Westpunkte. Doch kann Letzteres nicht gut mehr beobachtet werden, weil der Untergang in die Morgenstunden fällt; um 7, 8, 9 Uhr u. s. w. Morgens sieht man ihn in blasser Gestalt am westlichen Himmel sich dem Untergang nähern, den er wegen des hellen Sonnenscheins in der Regel ungesehen vollzieht.

9. Zugleich nehmen wir vom Tage des Vollmondes an eine Lichtabnahme wahr. Die runde, volle Scheibe verliert sich mehr und mehr, zuerst, wenn man das Gesicht ihm zukehrt, auf der Seite, die dem Beobachter zur rechten Hand liegt, auf der rechten Seite. Etwa 7 Tage nach dem Vollmonde sieht man nur noch die linke Hälfte der Scheibe glänzen (beleuchtet). Diese Lichtgestalt wird das letzte Viertel genannt. (Letztes Viertel aus Gründen, die später

---

*) Die spätere Betrachtung wird obiges Ungefähr berichtigen.

klar werden, wenn sie dem Leser nicht schon bekannt sind. Eigentlich sollte es letzte Hälfte der uns zugewandten Seite heißen.) Dann geht er um Mitternacht auf, bewegt sich von 12 Uhr Nachts bis nach 6 Uhr früh, wenn die Sonne aufgeht, am östlichen Himmel bis zum Meridian, erblaßt nun und geht Mittags 12 Uhr unter. Die Auf- und Untergangspunkte liegen nun bedeutend südlich vom Ost- und Westpunkt. Jener ungefähr da, wo die Sonne am 21. December auf-, dieser, wo sie an demselben Tage untergeht. Zur Zeit der Frühlingsnachtgleiche geht der Vollmond durch die Bahn des Aequators, das letzte Viertel durch den Wendekreis des Steinbocks.

10. Der Aufgang des Mondes erfolgt nun, wie bisher, alle Tage 50 Minuten später als am vorhergehenden Tage, der Untergang 12 Stunden nachher, der Auf- und Untergangspunkt nähert sich dem Ost- und Westpunkt, das letzte Viertel nimmt immer mehr ab, endlich etwa 6 bis 7 Tage nach dem Tage des letzten Viertels, 12—13 Tage nach der Zeit des Vollmondes, erscheint der Mond am östlichen Himmel als dünne Sichel nur kurz vor dem Sonnenaufgang, bis er endlich ganz in den Sonnenstrahlen verschwindet und gar nicht mehr gesehen wird. Man muß schließen, daß er nun mit der Sonne auf- und untergeht. Diese Zeit nennt man die Zeit des Neumondes. Vom Vollmond bis zum Neumond haben wir abnehmendes Licht.

11. Wenige Tage nach dem Neumond erblicken wir den verschwundenen gleich nach Sonnenuntergang am westlichen Himmel in Sichelgestalt. Die Sichel liegt auf der rechten Seite. Sie geht bald nach der Sonne unter. Von Tag zu Tag erscheint der Mond mit wachsendem Licht bei Sonnenuntergang höher am Himmel, bis wir ihn etwa 7 Tage nach dem Neumond bei Sonnenuntergang im Meridian halb erleuchtet als erstes Viertel erblicken. Nun scheint er von 6 Uhr Abends bis Mitternachts, wo er untergeht.

12. An jedem folgenden Abend wird er bei Sonnenuntergang mehr am östlichen Himmel gesehen, mit stets zunehmender Lichtgestalt. Etwa 7 Tage nach dem ersten Viertel, also ungefähr 29 Tage nach dem ersten Vollmond, sehen wir ihn wieder als Vollmond am Himmel erscheinen, wiederum bei Sonnenuntergang. Dieselben Erscheinungen zeigen sich nun im Allgemeinen wieder: a) Vollmond, abnehmende Lichtgestalt (Lichtphase), letztes Viertel, Sichelgestalt zur Linken, Neumond, Sichelgestalt zur Rechten, zunehmendes Licht, erstes Viertel, Vollmond; b) Aufgang des Vollmondes bei Sonnenuntergang, Mondschein die ganze Nacht hindurch, Untergang desselben bei Sonnenaufgang; c) Aufgang des letzten Viertels um Mitternacht, Mondschein bis zum Sonnenaufgang am östlichen Theil

des Himmels, Erblassen des letzten Viertels bei Sonnenaufgang im Meridian; d) Aufgang des Mondes zur Zeit des Neumondes mit der Sonne in der Gegend der Sonne, kein Mondschein bei Nacht; e) Erscheinung des ersten Viertels bei Sonnenuntergang im Meridian, Mondschein am westlichen Himmel von 6 Uhr Abends bis 12 Uhr Mitternachts; f) Zeitraum von einem Vollmonde bis zum nächsten Vollmonde 29 Tage, ein Monat; eben so viel Tage verfließen vom ersten Viertel bis wieder zum ersten Viertel u. s. w.

13. Wiederholen wir unsre Beobachtungen zur Zeit der Sommer-Sonnenwende, der Herbst-Tag- und Nachtgleiche, der Winter-Sonnenwende, so zeigen sich zwar dieselben Veränderungen der Lichtgestalten und die übrigen Erscheinungen im Ganzen so, wie zur Zeit der Frühlings-Tag- und Nachtgleiche, nur in Betreff der Orte des Auf- und Unterganges des Mondes und der Höhe, die er im Meridian erreicht, zum Theil wesentliche Verschiedenheiten.

Wir stellen die Erscheinungen gleich zusammen!

Der Vollmond geht auf und unter:

a) zur Zeit der Tag- und Nachtgleichen: im Ost- und Westpunkte des Horizontes, und er läuft dann durch den Aequator;

b) zur Zeit der Sommer-Sonnenwende südlich vom Ost- und Westpunkte, er läuft im Wendekreis des Steinbocks;

c) zur Zeit der Winter-Sonnenwende nördlich vom Ost- und Westpunkte, er läuft im Wendekreis des Krebses.

Wenn also die Sonne sich durch den Aequator bewegt, so haben wir auch Vollmond im Aequator; wenn die Sonne am höchsten steht, so steht der Vollmond am tiefsten, und umgekehrt. Jenes ist im Sommer, dieses im Winter der Fall. Welche große Weisheit darin liegt, daß der Vollmond zur Zeit unsers Winters, wenn die Nächte lang sind, die größte Höhe erreicht, wird in der Folge klar werden. Der sinnige Leser merkt, um mit Hebel zu reden, vielleicht schon etwas.

14. Wir könnten nun noch von der Stellung des ersten und letzten Viertels und des Neumondes in den vier Hauptzeitpunkten des astronomischen Jahres, 21. März, 21. Juni, 23. September, 21. December, reden; aber dem geneigten Leser bleibe dieses überlassen. Wir wollen die Sache beispielweise umkehren und fragen: Welchen Lauf nimmt der Mond in seinen verschiedenen Lichtgestalten an einem dieser Tage:

a) am 21. März: der Neumond ereignet sich im Aequator, Mond und Sonne stehen je im Neumond immer beisammen; das erste Viertel erscheint im Wendekreis des Krebses, der Voll-

mond im Aequator, das letzte Viertel im Wendekreis des Steinbocks;

b) am 21. Juni: der Neumond im Wendekreis des Krebses, das erste Viertel im Aequator, der Vollmond im Wendekreis des Steinbocks, das letzte Viertel im Aequator;

c) am 23. September: der Neumond im Aequator, das erste Viertel im Wendekreis des Steinbocks, der Vollmond im Aequator, das letzte Viertel im Wendekreis des Krebses;

d) am 21. December: der Neumond im Wendekreis des Steinbocks, das erste Viertel im Aequator, der Vollmond im Wendekreis des Krebses, das letzte Viertel im Aequator.

Wir ersehen daraus, daß jede dieser 4 Lichterscheinungen sich nach einander in den 4 Jahreszeiten ereignet: im Aequator, im Wendekreis des Krebses, wieder im Aequator, endlich im Wendekreis des Steinbocks, hierauf wieder im Aequator, gerade wie die Sonne. Der Mond geht also alle 24 Stunden 50 Minuten später auf und unter, und er bewegt sich zwischen den Wendekreisen*) auf beiden Seiten des Aequators hin und her.

15. Richten wir nun zuletzt unsre Aufmerksamkeit auf die Sterne, bei welchen der Mond zu stehen scheint, um zu erfahren, ob er bei denselben bleibt, oder sie verläßt, so wollen wir wieder zur Zeit des Vollmondes anfangen!

Zwischen dem Durchgang eines aufgehenden Sterns durch den Meridian bis zum nächsten Durchgang verfließen, wie wir gesehen haben, 23 Stunden 56 Minuten; die Sonne braucht 24 Stunden, der Mond 24 Stunden 50 Minuten. Wenn ein im Aequator stehender Stern jetzt aufgeht, so geht er nach 23 Stunden 56 Minuten wieder auf; der Mond aber geht, wenn er im Aequator steht, erst nach 24 Stunden 50 Minuten wieder auf. Daraus folgt schon, daß er morgen nicht mehr bei denselben Sternen stehen kann, bei welchen er heute stand, und mit denen er heute zugleich aufging. So zeigt es auch die Beobachtung schon in zwei auf einander folgenden Nächten; noch deutlicher, wenn die Beobachtung fortgesetzt wird. Er entfernt sich von dem Sternbild, in dem er heute steht,

*) Eine genauere Beobachtung zeigt, daß er sich 5 Grad mehr als $23\frac{1}{2}$ ° vom Aequator nord- und südwärts entfernt. Auf solche Genauigkeiten kommt es aber hier noch nicht an. Eben so ungenau ist es, wenn es heißt, daß der Mond alle 24 Stunden 50 Minuten später aufgeht. So viel Zeit verfließt von einem Durchgang desselben durch den Meridian bis zum nächstfolgenden. Es kann sich ereignen, daß der Mond morgen nur 10 Minuten später aufgeht als heute, aber auch $\frac{3}{4}$ Stunden; ja es giebt Orte auf der Erde, welchen er zuweilen am folgenden Tag früher aufgeht als am vorhergehenden. Doch das gehört nicht weiter hieher. Also Vorsichtigkeit im Schließen!

gegen Osten zu, fort und fort, bis er nach etwa 27 Tagen wieder in demselben Sternbilde gesehen wird.

16. Die Sternbilder, die er auf solche Weise von Westen gegen Osten binnen 27 Tagen durchschreitet und sie theilweise, so weit seine Scheibe reicht, bedeckt (folglich sind die Sterne weiter von uns entfernt als der Mond), bilden einen großen Gürtel am Himmelsgewölbe, einen größten Kreis, der an zweien Stellen den Aequator durchschneidet, so daß die eine Hälfte dieses Gürtels nord-, die andre südwärts vom Aequator liegt. Die Astronomen haben diesen Gürtel in 12 gleiche Theile getheilt, jeden Theil ein Zeichen genannt. In jedem steht ein Sternbild. Diese 12 Zeichen und Sternbilder (daß diese sich nicht decken, gehört noch nicht hieher) heißen: Widder, Stier, Zwillinge — Krebs, Löwe, Jungfrau — Wage, Skorpion, Schütze — Steinbock, Wassermann und Fische. Da jeder Kreis in 360° eingetheilt wird, so kommen 30° auf jedes dieser Sternbilder und Zeichen. Man nennt sie zusammen auch den Thierkreis (Zodiacus). Der Mond nun durchschreitet denselben in der angegebenen Ordnung der Zeichen: Widder, Stier u. s. w. bis Fische, aus welchem er wieder in das Zeichen des Widders tritt. Die 6 zuerst genannten Zeichen liegen nördlich, die 6 andern südlich vom Aequator, jene heißen daher auch die nördlichen, diese die südlichen Zeichen. Der Anfangspunkt des ersten Grades des Widders und der Anfangspunkt des ersten Grades der Wage liegen im Aequator. Ebenso liegen die Endpunkte der letzten Grade der Jungfrau und der Fische im Aequator.

17. Der Mond beschreibt also binnen 27 Tagen einen Kreis am Himmel um die Erde herum. Dieser Kreis schneidet den Aequator des Himmels unter einem Winkel von ungefähr 23½°. Der Endpunkt des Zeichens der Zwillinge, welcher der Anfangspunkt des Zeichens des Krebses ist, liegt in Graden des Thierkreises 90° vom Aequator entfernt, aber in Graden des Meridians gemessen 23½°. Ebenso ist der Endpunkt des Zeichens des Schützen, welcher zugleich der Anfangspunkt des Zeichens des Steinbocks ist, in Graden des Meridians 23½° vom Aequator entfernt. Mondbahn (oder, wie wir sie hier schon nennen können, Ekliptik) und Aequator sind also 2 große Kreise, die sich unter einem schiefen*) Winkel von 23½° durchschneiden, so daß die Durchschnittspunkte 180° von einander

*) Schief ist ein relativer Begriff. Die Ekliptik liegt schief gegen den Aequator. Eben so liegt dieser gegen jene schief und zwar eben so schief. Es kommt darauf an, von welcher Ebene man ausgeht. Die genannte Schiefe schwankt zwischen 21½° und 27½° in einer Periode von Jahrtausenden. Siehe später!

entfernt liegen, und jeder dieser Kreise auf beiden Seiten des andern liegt. *)

18. Der südlichste oder tiefste Punkt, vom Aequator aus gerechnet, welchen der Mond auf seiner Bahn erreicht, ist der Anfangspunkt des Zeichens des Steinbocks, der nördlichste oder höchste der Anfangspunkt des Krebses. Durch diese Punkte werden die Wendekreise parallel mit dem Aequator gelegt. Der Mond erreicht also bei jedem Umlauf in einem Monat den Wendecirkel des Steinbocks, erhebt sich von da gegen den Aequator zu, durchschneidet denselben nach etwa 7 Tagen, erhebt sich über denselben bis zum Zeichen des Krebses, berührt hier den Wendecirkel des Krebses, senkt sich nun dem Aequator wieder zu, durchschneidet denselben abermals, geht auf die Südseite desselben, sinkt immer tiefer, bis er nach Verlauf von 27 bis 28 Tagen abermals den Wendecirkel des Steinbocks erreicht, um sein Steigen nach dem Aequator wieder zu beginnen. Während dieser 27 Tage ist er 26- bis 27mal im Osten des Horizontes auf-, im Westen desselben untergegangen. Er scheint also eine doppelte

---

*) Die Beibehaltung obiger ungenauen (wenn man es scharf nimmt, sogar falschen) Darstellung muß ich durch einige Worte vertheidigen. Es ist wahr: die Mondbahn schneidet die Sonnenbahn nicht unter einem Winkel von $23\frac{1}{2}°$; die scheinbare Sonnen-, nicht die Mondbahn, heißt die Ekliptik; dieses Wort bedarf der Erklärung, die aber hier noch nicht gegeben werden kann, und es ist sogar eine historische Unrichtigkeit, die Ekliptik von der Mondbahn abzuleiten. Aber auf der Stufe, auf welcher hier noch die Schüler stehen, müssen sie sich mit dem Ungefähren begnügen. Was hier gelehrt wird, ist so richtig, als sie es hier fassen können, und wie es zum guten Fortschreiten genügt. Das Genauere liefert der spätere Unterricht. Die genauesten Bestimmungen sind überhaupt nur für den Astronomen. Die Wissenschaft selbst hat den Fortschritt von dem weniger Bestimmten zu dem Bestimmteren gemacht. Und da ich der Meinung bin, daß die Schüler zu wirklichen Beobachtungen des Laufes des Mondes durch die Sternbilder hindurch angeleitet werden und letztere durch Selbstanschauung kennen lernen sollen, so halte ich es für besser, dieselben ihnen durch den Mondlauf vorzuführen, da es direct durch die Sonne nicht geschehen kann. Wer mit diesen Meinungen nicht übereinstimmt, ändere nach seiner Ansicht das Verfahren ab!

Wer überhaupt absolute Genauigkeit, absolute Richtigkeit, absolute Wahrheit verlangt, muß Folgendes bedenken:

Alle Bestimmungen der Astronomie, die auf Beobachtungen und Messungen beruhen, erreichen niemals absolute Gewißheit, sondern sind (nur) Resultate der Wahrscheinlichkeitsrechnung. Dieselben ruhen auf der größeren oder geringeren Genauigkeit der Instrumente, deren Vollkommenheit erst mit Tycho de Brahe, mit dem die genaueren Beobachtungen begonnen haben, außerordentlich zugenommen hat. „Zu den Zeiten der Urväter" — sagt Bessel — „betrugen die Unterschiede der Beobachtungen halbe Grade, zu Tycho's Zeiten einzelne Minuten, jetzt weichen die Beobachtungen mit den besten Instrumenten nicht um eine Secunde von einander ab." Trotz dem liefert die Beobachtung und die darauf gegründete Rechnung immer nur eine Annäherung an die Wahrheit — auf der Basis des zuverlässigsten Wissens, der Mathematik. Die absolute Wahrheit ist nur für Gott allein. —

Bewegung zu haben, eine tägliche und eine monatliche. Jene von Osten nach Westen, diese von Westen nach Osten. Die erstere theilt er mit der Sonne und den Sternen, die andere ist ihm eigenthümlich.

4. Nochmals Beobachtungen und Bemerkungen an der Sonne.

1. Wir haben gesehen, daß der Mond zur Zeit des Vollmonds der Sonne gerade gegenüber steht, 180° von ihr entfernt, und daß er zur Zeit des Neumondes mit ihr in demselben Sternbilde zusammentrifft.

Merken wir uns das Sternbild, in welchem der Vollmond zur Zeit der Frühlings-Tag- und Nachtgleiche steht, und beobachten wir den Stand des nächsten Vollmonds, so finden wir, daß derselbe im nächstfolgenden Sternbilde stattfindet, und so fort durch alle Sternbilder hindurch: Wage, Skorpion, Schütze u. s. w. Da nun der jedesmalige Neumond sich 6 Sternbilder davon ereignet, und der Mond zur Zeit des Neumondes bei der Sonne steht, so folgt daraus, daß nicht bloß der Mond, sondern auch die Sonne aus einem Sternbild in's andre rückt. Wenn heute im Widder Neumond eintritt, so findet der nächste Neumond im Stier statt. Während der Mond also alle 12 Sternbilder des Thierkreises durchschritten hat, ist die Sonne ein Sternbild weiter gerückt, und in diesem kommen Mond und Sonne scheinbar wieder zusammen. Die Bahn, welche der Mond in jedem Monat einmal durchschreitet, vollendet die Sonne während eines Jahres. Die Sonne bewegt sich also auch durch den Thierkreis, und zwar von Westen gegen Osten, in derselben Ordnung der Zeichen und Sternbilder, und die Ekliptik, der mitten durch den 20. Grad breiten Thierkreisgürtel gezogene Kreis, ist auch (und eigentlich) die scheinbare jährliche Sonnenbahn.

2. Am 21. März steht die Sonne im Aequator, und sie tritt an diesem Tage in das Zeichen des Widders, entfernt sich nördlich vom Aequator, durchschreitet während des Frühlings die Zeichen Widder, Stier, Zwillinge (die Frühlingszeichen), erreicht am 21. Juni, dem Tag des Sommeranfangs, eine Entfernung von $23\frac{1}{2}$° (in Graden des Meridians) vom Aequator, indem sie den Wendekreis des Krebses berührt und in das Zeichen des Krebses tritt, bewegt sich nun während des Sommers durch die drei Zeichen Krebs, Löwe und Jungfrau (die Sommerzeichen) absteigend dem Aequator wieder zu, erreicht denselben und zugleich den ersten Punkt der Wage am 23. September, geht unter denselben hinab, während des Herbstes durch die drei Zeichen Wage, Skorpion und Schütze (die Herbstzeichen), erreicht am 21. December ihren tiefsten Stand-

punkt, $23\frac{1}{2}°$ südlich vom Aequator, indem sie den Wendekreis des Steinbocks berührt und in das Zeichen des Steinbocks tritt, den sie nebst Wassermann und Fischen (den Winterzeichen) in den drei Wintermonaten durchschreitet, bis sie am 21. März wieder im Aequator, im Anfangspunkt des Widders erscheint, um den Kreislauf von Neuem zu beginnen. Der erste Punkt des Zeichens des Widders heißt der Punkt der Frühlings-Tag- und Nachtgleiche (der Frühlings-Aequinoctialpunkt), der erste Punkt des Zeichens der Wage der Punkt der Herbst-Tag- und Nachtgleiche (der Herbst-Aequinoctialpunkt); beide liegen im Aequator. Der erste Punkt des Zeichens des Krebses heißt der Punkt der Sommer-Sonnenwende (der Sommer-Solstitialpunkt), der erste Punkt des Zeichens des Steinbocks der Punkt der Winter-Sonnenwende (der Winter-Solstitialpunkt). Jeder der beiden Solstitialpunkte liegt in Graden des Meridians $23\frac{1}{2}°$ vom Aequator entfernt; die Entfernung der Wendekreise von einander beträgt also 2mal $23\frac{1}{2} = 47°$.

5. Beobachtungen an Sonne, Mond und Sternen. (Zusammenfassung.)

1. Wir wissen nun Folgendes: alle Himmelskörper, Sonne, Mond und Sterne, haben eine gemeinschaftliche tägliche Bewegung um die Erde herum, von Osten gegen Westen. Jeder sichtbare Himmelskörper beschreibt entweder einen ganzen Kreis, oder einen Theil eines Kreises über dem Horizont, welche sämmtlich mit dem durch den Ost- und Westpunkt gehenden, $37\frac{1}{2}°$ über den Horizont sich erhebenden, größten aller dieser Kreise (dem Aequator) parallel laufen.

An dieser allgemeinen Bewegung nehmen alle ohne Ausnahme Theil, und im Durchschnitt legt jeder Körper seinen Weg, der am sichersten vom Meridian bis wieder zum Meridian bestimmt wird, in 24 Stunden oder einem Tage zurück. Natürlich ist aber die scheinbare Geschwindigkeit, da ihre Bahnen sehr verschieden sind, sehr ungleich. Je weiter vom Aequator entfernt, desto langsamer, bis zum Nordpole, welcher ruht.

2. Die Fixsterne haben nur diese tägliche Bewegung. Nicht so Sonne und Mond. Während ein Fixstern täglich seine Bahn in 23 Stunden 56 Minuten vollendet, braucht die Sonne 24 Stunden, der Mond 24 Stunden 50 Minuten dazu. Sonne und Mond bleiben also zurück, oder sie haben eine der täglichen Bewegung, die von Osten gen Westen geht, entgegengesetzte, von Westen gegen Osten, und zwar hat der Mond eine schnellere als die Sonne. Er durch-

schreitet den Thierkreis mehr als 12mal, während ihn die Sonne einmal durchwandert, d. h. die Geschwindigkeit der Sonne verhält sich zu der des Mondes = 1 : 12½, die scheinbare Bewegung des Mondes ist 12½mal so schnell als die der Sonne. Während die Sonne ein Zeichen des Thierkreises durchwandert hat, schreitet der Mond durch alle 12 hindurch, und noch durch einen Theil des folgenden. Beides geschieht im Durchschnitt in 30 Tagen. Und während die Sonne alle 12 Zeichen durchwandert, macht der Mond seinen Umlauf mehr als 12mal. Beides während eines Jahres. Jedes Jahr haben wir also 12mal Vollmond, 12mal Neumond und noch etwas darüber.

Wir wissen schon, daß die Abwechselung der Lichtgestalten des Mondes von seiner Stellung gegen die Sonne abhängt. Ihr gerade gegenüber, oder 6 Zeichen = 180° von ihr entfernt, ist Vollmond; mit ihr zusammentreffend, ist Neumond; 3 Zeichen = 90° von ihr entfernt, ist erstes und letztes Viertel.

3. Merken wir auf die Zeit, welche verfließt von dem Stande des Mondes bei einem Fixsterne bis wieder zu demselben Standpunkte, nachdem er durch den ganzen Thierkreis gewandert ist, so finden wir, daß es 27 Tage 8 Stunden (genauer 27 Tage 7 Stunden 43 Minuten) sind. Diese Zeit nennt man einen siderischen Monat (Sidus, das Gestirn). In derselben macht er wirklich einen vollen Umlauf. Weil während dieser Zeit die Sonne nicht still gestanden, sondern beinahe ein ganzes Zeichen zurückgelegt hat, so erscheint der Mond noch nicht wieder genau in derselben Lichtgestalt; denn wir haben gesehen, daß diese von seiner Stellung gegen die Sonne abhängt. Erschien der Mond z. B. vor 27 Tagen 8 Stunden als letztes Viertel, und war 90° von der Sonne entfernt, so muß er nun noch einige Tage laufen, ehe er wieder dieselbe Stellung zur Sonne hat und als letztes Viertel erscheint. Von einer Lichtphase des Mondes bis zu derselben Lichtphase, vom letzten Viertel bis wieder zum letzten Viertel, vom Neumond bis zum nächsten Neumond u. s. w., verfließen also mehr als 27 Tage 8 Stunden, und zwar 29 Tage 12 Stunden, also 2 Tage 4 Stunden mehr. Diese 29 Tage 12 Stunden (genauer 29 Tage 12 Stunden 44 Minuten) nennt man den synodischen Monat.

Da der Mond in 27⅓ Tagen seinen siderischen Umlauf vollendet, so verweilt er etwas länger als 2 Tage in einem Zeichen, und er legt in 24 Stunden etwa $\frac{360^0}{27\frac{1}{3}} = 13^0$, die Sonne aber in dieser Zeit etwa $\frac{360^0}{365} = 1^0$ ungefähr zurück.

4. Sonne und Mond verweilen immer in demselben Gürtel oder derselben Zone des Himmelsgewölbes, innerhalb derselben 12 Sternbilder und Zeichen des Thierkreises, den man (aus Gründen, die später erkannt werden) in Bogen des Meridians 20° breit annimmt. Legt man mitten hindurch einen Kreis, der also von den Rändern des Gürtels überall 10° entfernt ist, so hat man die Bahn, welche der Mittelpunkt der Sonne beschreibt, die sogenannte Ekliptik, die mit dem Aequator den bekannten Winkel von $23\frac{1}{2}$° macht. Des Mondes Bahn liegt auch in dem Thierkreis. Fällt sie genau in die Sonnenbahn, in die Ekliptik, mit ihr zusammen? Die Antwort auf diese Frage erhellet aus dieser kurzen Betrachtung:

Wenn sich zwei Körper, zwei Scheiben (Sonne und Mond erscheinen als Scheiben), mit ihren Mittelpunkten auf derselben Kreislinie bewegen, und die eine schneller ist als die andre, so müssen sie entweder zusammenstoßen oder eine muß die andre (scheinbar) bedecken, und zwar so oft, als die schnellere an der langsamern vorbeigeht. Das Erste müßte der Fall sein, wenn sie von dem Beobachter gleiche, das Zweite, wenn sie ungleiche Entfernung haben, und zwar so, daß die nähere (schnellere) vor der entfernteren vorbeigeht oder sie scheinbar bedeckt. Jenes ist bei Sonne und Mond niemals der Fall; dieses aber ereignet sich wirklich zuweilen, und zwar geht der Mond vor der Sonnenscheibe her, bedeckt sie, wenn auch nur zum Theil, macht eine sogenannte Sonnenfinsterniß. Lägen Mond- und Sonnenbahn in derselben Ebene, so müßte sich, da der Neumond in jedem Monat bei der Sonne vorbeigeht, auch in jedem Monat, genau zur Zeit des Neumondes, eine Sonnenfinsterniß ereignen. Da dieses nicht der Fall ist, aber doch zuweilen, und wir schon wissen, daß der Mond sich niemals aus dem 20° breiten Thierkreis entfernt, so folgt, daß seine Bahn zwar nicht genau mit der Ekliptik zusammenfällt, aber doch nur einen kleinen Winkel mit ihr macht. Dieser Winkel beträgt 5 Grad. Nur so viel kann sich der Mond von der Ekliptik entfernen.

Natürlich liegt die eine Hälfte der Mondbahn nördlich, die andre Hälfte südlich von der Ekliptik, und beide schneiden einander in 2 Punkten, Knoten genannt. Der aufsteigende Knoten liegt da, wo der Mond die Sonnenbahn auf seinem Laufe nordwärts durchschneidet; wo es südwärts geschieht, da liegt der absteigende Knoten. (Jener heißt auch im Kalender Drachenkopf, dieser Drachenschwanz.) Da der Mond scheinbar die Sonne bedeckt und der Mond nicht jenseits der Sonne verschwindet, so muß der Mond (wenigstens dann, wenn eine Sonnenfinsterniß eintritt) uns näher sein als die Sonne. Der Mond läuft zwischen Erde und

Sonne. Fällt nun einer der Knoten in die gerade Linie zwischen Sonne und Erde, oder in ihre Nähe, so entsteht eine Sonnenfinsterniß, und zwar, wenn der Mittelpunkt des Mondes durch die gerade Linie zwischen unserm Standpunkt und dem Mittelpunkt der Sonne geht, eine centrale (totale, oder ringförmige); ist dieses nicht genau der Fall, eine theilweise oder partiale Sonnenfinsterniß. Nur unter diesen Bedingungen, nur zur Zeit des Neumondes, kann sich eine sogenannte Sonnenfinsterniß ereignen. Wir sehen dann eine dunkle Scheibe vor der Sonnenscheibe von rechts nach links, oder von Westen gegen Osten vorbeiziehen; der Erde wird ein Theil des Sonnenlichts entzogen, es wird auf der Erde dunkel; wir sollten also nicht von Sonnen-, sondern von Erdverfinsterung (Erdfinsterniß) reden.

(Es giebt, wie die Leser schon wissen, auch Mondsverfinsterungen. Sie treten nur zur Zeit des Vollmondes ein. Wir sehen dann einen runden Schatten über die helle Mondscheibe ziehen. Was für eine Bewandtniß es mit ihnen hat, wird in der Folge klar werden.)

Daraus also, daß sich nicht in jedem Monate eine Sonnenfinsterniß ereignet, folgt, daß Mond- und Sonnenbahn nicht in derselben Ebene liegen; vielmehr machen sie, wie schon bemerkt, einen Winkel von 5° mit einander.

Der Lehrer geht zu der früher gebrauchten Vorrichtung an der runden Tischfläche mit Reifen zurück. Nachdem für den Meridian, den Aequator und die Wendekreise die Reifen angebracht sind, wird ein vierter zwischen die letzteren so gelegt, daß er jeden in einem Punkte berührt und den Aequator in zwei Punkten durchschneidet. Dieser Kreis stellt die Ekliptik vor, folglich die Bahn, in welcher die Sonne sich bewegt und mit der die Mondbahn auch beinahe zusammenfällt. An ihr veranschaulicht man den scheinbaren Jahreslauf der Sonne. Man läßt eine kleine Kugel durch die Theile derselben hindurchschreiten. Den Mond mag eine andre, kleinere Kugel vorstellen, die man ebenfalls mit der Hand in kleinerer Entfernung von der Erde in schnellere Bewegung setzt.

Mit diesen Bewegungen muß man, damit die Vorstellung eine richtige werde, die tägliche Bewegung der Himmelskugel, folglich aller Kreise von Osten nach Westen, in Verbindung setzen. Dabei ist die Vorstellung streng festzuhalten, daß jeder Punkt des Himmelsgewölbes einen Bogen beschreibt, der mit dem Aequator parallel liegt. Dieses ist besonders wichtig in Betreff der schiefen Lage der Ekliptik. Anfänger bewegen den sie darstellenden Reifen immer in sich selbst fort, wodurch dann eine ganz falsche Vorstellung entsteht. Soll sie richtig werden, so muß man die Reifen an einander befestigen und nun die verbundenen um die Tischebene umschwingen lassen. Dadurch wird eine Vorstellung klar, welche Vielen fehlt, aber zur Auffassung der scheinbaren täglichen Bewegungen des Himmelsgewölbes und der verschiedenen

Anschauungen, welche der Sternenhimmel in den verschiedenen Jahreszeiten darbietet, unentbehrlich ist.

Da, wo der Reif der Ekliptik den Reif des Aequators durchschneidet, liegen die Aequinoctialpunkte, die Anfangspunkte des Widders und der Wage, das Zeichen des Widders nördlich, das der Wage südlich vom Aequator. Da, wo der Reif der Ekliptik die Reifen der Wendekreise berührt, liegen die Solstitialpunkte, die Anfangspunkte der Zeichen des Krebses und des Steinbocks. Man zeigt sie und macht die 12 Zeichen anschaulich.

Hierauf setzt man die vier, den Aequator, die Wendekreise und die Ekliptik vorstellenden, fest verbundenen Reifen in Rotation von Osten gegen Westen. Die Zuschauer bemerken auf's Deutlichste die tägliche Bewegung der Körper, welche in dem einen oder andern Kreise stehen, die Orte ihres Auf- und Niederganges, die Höhe, die sie im Meridian erreichen, dann besonders den wichtigen Umstand, daß die Lage der Wendecirkel und des Aequators gegen die Tischebene, welche den Horizont vorstellt, immer dieselbe bleibt, während die Ekliptik ihre Lage gegen dieselbe jeden Augenblick ändert. Diese Vorstellung ist sehr wichtig. Darum verweile man bei ihr!

Man bringt den Frühlings-Aequinoctialpunkt im Osten in den Horizont. Er durchschneidet diesen genau im Ostpunkt. Folglich geht die Sonne, wenn der Frühling beginnt, im Ostpunkte auf, läuft durch den Aequator und geht im Westpunkt unter.

Wo ist sie am nächsten Tage, wo liegt nun ihr Auf-, ihr Untergangspunkt; welchen Bogen macht sie am Himmel und sofort durch alle Jahreszeiten hindurch? Wem bis dahin die Sache nicht klar wurde, dem muß sie nun klar werden.

Daß die Hälfte der Ekliptik immer über dem Horizont liegt, wissen die Schüler schon. Aber welcher Theil, immer derselbe, immer ein anderer, welcher an einem bestimmten Tage? das wissen sie nicht.

Soll die Vorstellung davon in ihnen so entstehen, wie sie in den Beobachtern des Himmels entstanden ist, so muß der Lehrer nicht nur den sichtbaren Himmel genau kennen, sondern auch die Schüler in den verschiedenen Jahreszeiten des Abends und Nachts zu Beobachtungen veranlassen. Wir wissen Alle: in Privatverhältnissen ist das möglich, aber die Schulverhältnisse werden das nur selten erlauben. Folglich Belehrung an der Vorrichtung! Was die Schüler hier geschaut und begriffen haben, mögen sie auf den Himmel überzutragen versuchen. Die Anhaltpunkte haben sie an früheren Beobachtungen am Tage, die wir verlangen müssen, weil ihnen keine Schwierigkeiten entgegenstehen, und durch den bisherigen Unterricht gewonnen wurden. Bald so, bald so! Also verlangt es auch der Unterricht: Verschiedenheit, Abwechselung! Geistbildend und sachgemäß immer; aber auch den bestehenden äußeren Verhältnissen gemäß!

Also, wir bringen den Frühlings-Aequinoctialpunkt in den Aufgangs-

punkt; welcher Theil der Ekliptik liegt nun, in diesem Augenblick, über dem Horizont?

Die Schüler sehen es mit leiblichen Augen, und es bedürfte für die mit etwas Phantasie begabten auch nur einiger Bemühung, um sich die Sache so, wie sie ist, vorzustellen, ohne äußere Vorrichtung: der südliche Theil der Ekliptik liegt über dem Horizont, vom Untergangspunkt aus die Zeichen: Wage, Skorpion, Schütze, Steinbock, Wassermann und Fische. Der erste Punkt des Steinbocks culminirt, die 3 letzten liegen östlich, die 3 ersten westlich vom Meridian.

Nun denken wir uns für denselben Tag der Frühlings-Tag- und Nachtgleiche die Mittagszeit 12 Uhr. Wo steht jetzt die Sonne? Wo liegt der Frühlings-Aequinoctialpunkt? Welcher Theil der Ekliptik befindet sich nun über dem Horizont? Antwort: der Frühlings-Aequinoctialpunkt culminirt, vom Meridian aus liegen über dem Horizont, ostwärts: Widder, Stier, Zwillinge, westwärts Fische, Wassermann, Steinbock, also von Westen gegen Osten: Steinbock, Wassermann, Fische, Widder, Stier, Zwillinge, aber nicht parallel mit dem Aequator, sondern denselben in der Richtung von West-Südwest nach Ost-Nordost durchschneidend.

Abend 6 Uhr an demselben Tage: im Untergangspunkte, genau im Westen, liegt der erste Punkt des Widders, genau im Ostpunkt der erste Punkt der Wage, und über dem Horizont von Westen gegen Osten, auf der nördlichen Seite des Aequators: Widder, Stier, Zwillinge, Krebs, Löwe, Jungfrau. Der erste Punkt des Krebses culminirt in einer Höhe von $37\frac{1}{2}{}^0 + 23\frac{1}{2}{}^0 = 61^0$. Mitternachts 12 Uhr an demselben Tage: im Westen geht der erste Punkt des Krebses unter, im Osten (nur nicht im Ostpunkt) will der Steinbock aufgehen. Ueber dem Horizont liegen von West-Nordwest aus nach Ost-Südost, den Aequator im Meridian durchschneidend: Krebs, Löwe, Jungfrau, Wage, Skorpion, Schütze. Wiederholt! — Entwerfet eine Zeichnung über die 4 Hauptbogen der Ekliptik am Tage der Frühlings-Tag- und Nachtgleiche Morgens 6, Mittags 12, Abends 6, Mitternachts 12 Uhr! Z. B. Fig. 5. NWSON Horizont, NZS Meridian, Z Zenith, WAO Aequator; Lage des über dem Horizont befindlichen Theils der Ekliptik am 21. März:

a) Morgens 6 Uhr: WGO;
b) Mittags 12 Uhr: CAK;
c) Abends 6 Uhr: WLO;
d) Mitternachts 12 Uhr: RAB.

Fragen: Was bedeuten in der Figur die einzelnen Buchstaben? die einzelnen Linien, die gerade und die gebogenen? wie viel Grade beträgt SG, SA, SL, SZ, SN? Wo liegt der Anfangspunkt des Widders an dem genannten Tage Morgens um 6 Uhr? Mittags um 12 Uhr? Abends um 6? Mitternachts um 12? u. s. w.

Wo liegen an demselben Tage die 3 Zeichen: Wage, Skorpion, Schütze Morgens 6, Mittags 12 Uhr? u. s. w. Ist Bogen CA=AK,

RA=AB? (?) Die Beantwortung dieser Frage führt auf einen neuen Satz, der einige der obigen Sätze berichtigt. (Wir überlassen ihn dem Nachdenken der Leser. Muß man Alles sagen?)

In dieser Weise gehe man die Sache durch für die 4 Tageszeiten Morgen, Mittag, Abend, Mitternacht an den 4 Tagen, (den Hauptstationen der Sonne), mit welchen die Jahreszeiten anfangen, und lasse Alles durch Zeichnungen darstellen! Das fruchtet! So betrieben ist die mathematische oder astronomische Geographie, nach unserm Bedünken, nicht bloß eins der ersten Mittel zur Stärkung des Verstandes, sondern auch zur Weckung der Einbildungskraft — nicht bloß eine Doctrin, sondern auch eine Disciplin! (Nämlich an und für sich eine Disciplin, eine vorzügliche. Anderes Wissen wird erst durch die Behandlung mehr oder weniger eine Disciplin.)

Richten wir unsere Aufmerksamkeit längere Zeit auf die Sternbilder des Thierkreises, so werden wir leicht einige Sterne bemerken, welche ihre Stelle gegen die, bei denen sie zu stehen scheinen, verändern. Daß sie an der täglichen Bewegung des ganzen Himmelsgewölbes Antheil nehmen, versteht sich von selbst. Aber sie haben noch eine eigene Bewegung, sind folglich keine Fixsterne. Die ihnen eigene Bewegung geschieht nicht gleichmäßig; bald laufen sie schneller, bald langsamer, bald scheinen sie stillzustehen. Die Richtung, die sie haben, ist im Allgemeinen die bekannte Reihe der Sternbilder und Zeichen des Thierkreises, von Westen gegen Osten; aber sie gehen zuweilen auch aus einem folgenden in ein vorhergehendes. Man sagt daher: ihre Bewegung ist bald recht-, bald rückläufig. Man nennt diese Sterne Planeten.

Sie glänzen in eigenthümlichem Lichte. Bald stehen sie in der Nähe der Sonne, bald ihr gegenüber. Einige haben die letztere Stellung niemals. Jedermann kennt bereits die Venus, den herrlichen Stern, der bald als Morgen-, bald als Abendstern (Lucifer, Hesperus) erscheint. Nur ist er nicht an demselben Tage das Eine und das Andere. Zu den schönsten Planeten gehören auch der Jupiter, der Saturn und der Mars. In der Folge werden wir mehr von ihnen sagen. Hier bemerken wir als Hauptsache: sie bewegen sich durch den Thierkreis von Abend gegen Morgen.

Endlich erwähnen wir noch mit ein paar Worten der Kometen, ihrer Absonderlichkeit wegen, nicht bloß in Betreff ihrer äußeren Erscheinung und Seltsamkeit überhaupt, sondern auch ihres ungewöhnlichen Laufes. Sie binden sich an keine Regel. Sie kommen und gehen, man weiß bei den meisten zum Voraus nicht woher, nicht wohin. Sonne, Mond und Planeten bleiben regelmäßig und ordentlich innerhalb des Thierkreises, nicht so die Kometen. Sie bewegen sich zwar, solange sie sichtbar sind, alle Tage in einer Kreisbahn von Morgen gegen Abend; aber im Uebrigen macht es jeder anders. Der durchwandert den Himmel oder einen Theil desselben von Morgen gegen Abend, ein anderer umgekehrt, ein dritter kommt von Norden u. s. w., kurz jeder hat seine aparte Weise. Es sind seltsame Wesen. Ungewöhnliches,

nur nichts Uebernatürliches, ereignet sich auch in der Natur. Die Haupterscheinungen gehen ihren regelmäßigen Gang; andre, weniger wichtige, weichen von der Ordnung ab. Aber auch sie werden wohl ihre Regel befolgen, die man entdeckt, wenn man recht zusieht. Man lernt nicht Alles auf einmal. Es hat der Jahrhunderte, ja der Jahrtausende bedurft, ehe die Menschen den Dingen auf die Spur gekommen sind. Was wir bis jetzt (nach dem bisherigen Unterricht) von dem Himmel wissen, wußten die Alten schon vor Jahrtausenden. Heut zu Tage weiß man noch Einiges dazu, Anderes ist auch den besten Kennern jetzt noch verborgen. Um jenes Einige müssen auch wir uns noch bemühen. Hoffentlich dünkt uns dieses Streben keine Last, sondern Lust. Doch vorher müssen wir noch einige Fragen thun, um uns zu vergewissern, daß das Bisherige festsitzt. Feste Gesetze und beständige Regeln verlangen auch vorzugsweise festes Wissen.

Fragen und Aufgaben.

1) In welcher Ordnung folgen die verschiedenen Gestalten (Lichtphasen) des Mondes aufeinander? Wo, d. h. an welchem Theile des Himmels und wann wird er gesehen als zunehmende Sichel? Als erstes Viertel? Als Vollmond? Als letztes Viertel? Als abnehmende Sichel? Wann wird er gar nicht gesehen? In welcher Lichtgestalt sieht man ihn Morgens nach Sonnenaufgang am Himmel? Wie viel Grad ist er von der Sonne entfernt als Neumond? erstes Viertel? Vollmond? letztes Viertel?

2) Geht er immer in denselben Punkten des Horizonts auf? Zu welchen Zeiten in dem Ostpunkte oder in der Nähe desselben? Wann geht er in dem Zeichen des Krebses und des Steinbocks auf? Erreicht er culminirend immer dieselbe Höhe im Meridian? In welcher Jahreszeit erreicht er als Vollmond die größte, die kleinste, die mittlere Höhe?

3) In welcher Ordnung durchschreitet er die Sternbilder des Thierkreises? Wie lange verweilt er in einem Zeichen oder Sternbild? Geht er täglich zu derselben Zeit auf? Wie viel später geht er im Durchschnitt morgen auf als ein Fixstern, mit dem er heute an derselben Stelle zugleich aufging? Woher rühren diese Erscheinungen? Fällt seine Bahn mit der scheinbaren Sonnenbahn zusammen? Hat er eine einfache oder eine doppelte Bewegung in Bezug auf die Fixsterne? die Sonne? die Erde?

4) Welche Zeit verfließt während eines Laufes des Mondes durch den Thierkreis? wie viel Tage von einem Vollmond bis zum nächsten? Wie nennt man diese zwei Perioden und wie groß ist ihr Unterschied? Woher rührt dieser Unterschied? Wenn am 10. April eines Jahres der Vollmond in dem Zeichen der Wage steht, wann ist der nächste Vollmond und in welchem Zeichen steht er dann?

5) Was für Verfinsterungen ereignen sich an Sonne und Mond? Mit welcher Lichtgestalt des Mondes trifft eine Sonnen-, mit welcher eine Mondfinsterniß zusammen? Wo steht der Mond in beiden? Was

folgt aus dem Einen in Betreff der Entfernung des Mondes von der Erde, mit der Entfernung der Sonne von der Erde verglichen? Warum haben wir nicht in jedem Monat Verfinsterungen? In welchen Punkten der Mondbahn ereignen sie sich nur? Warum ist nicht jede Sonnenfinsterniß eine centrale? Von welcher Seite her tritt bei einer Sonnenfinsterniß der Mond vor die Sonne?

6) Der wievielste Theil der Ekliptik liegt immer über dem Horizont? immer derselbe Theil? Welche Zeichen befinden sich über dem Horizont Morgens bei Sonnenaufgang: am 21. März? am 21. Juni? am 23. September? am 21. December? Welche Zeichen liegen unter dem Horizont im Augenblicke des Aufgangs des Vollmonds, wenn derselbe sich im Anfangspunkt des Zeichens des Widders, des Krebses, der Wage, des Steinbocks ereignet?

7) Welche Lage hat die Ekliptik gegen den Aequator? Welche Lage die Mondbahn? Welche Bahn durchläuft jeder Theil der Ekliptik innerhalb 24 Stunden? Ist die Lage der Ekliptik gegen den Horizont in mehreren, auf einander folgenden Stunden dieselbe? Welches sind ihre Hauptlagen gegen den Horizont innerhalb 24 Stunden? Zu welcher Tageszeit liegt am 21. März der südliche, wann der nördliche, wann die aufsteigenden, wann die niedersteigenden Zeichen über dem Horizont? Beantworte dieselben Fragen für den 21. Juni, 23. September und 21. December!

8) Was für Himmelskörper werden außer Sonne und Mond und Fixsternen noch am Himmel gesehen? In welchem Gebiete des Himmels erscheinen die Planeten? die Kometen? In welchen Stücken ist die Bewegung der Planeten der des Mondes und der Sonne gleich, wie unterscheidet sie sich von dieser? Wann und wo wird die Venus als Morgenstern, wann und wo als Abendstern gesehen? Steht sie jemals der Sonne gegenüber? Die Kometen heißen Haar- oder Schweifsterne. Warum? Sind es Unglückspropheten? —

Zusatz. Hier, an diesem Absatze und vor dem Uebergange zu dem folgenden, lege man den Schülern vermischte Fragen über das Bisherige vor, auch solche, welche das Folgende andeuten.

Auf der ganzen Erde erscheinen die Horizonte (mehr oder weniger) kreisrund. Wie würden die Horizonte erscheinen, wenn die Erde die Gestalt eines Würfels, eines Cylinders, eines Kegels, eines Eies hätte? — Wie weit sind die Sterne vom Nordpol entfernt, welche durch unser Zenith gehen? — Giebt es im Jahre der hellen oder der dunkeln Stunden mehr? — Wo der längste Tag 14 Stunden 30 Minuten dauert, wie lange dauert da die kürzeste Nacht, die längste, der kürzeste Tag? — An welchem Tage fallen die Sonnenstrahlen am schrägsten, wann der senkrechten Richtung am nächsten (wann ganz senkrecht)? — Nimmt ab oder zu: a) der Tagbogen der Sonne; b) der Tag; c) die Nacht; d) die Sonnenhöhe: 1. Januar, 1. März, 31. Mai, 31. Juni; 1. Aug., 23. Sept., 19. Nov., 21. Dec., 31. Januar?

Welche Monatstage haben wir, wenn Tag und Nacht gleich sind? — wenn die Tage noch 179, 100, 30, 1 Tag zu= oder abnehmen? Von welcher Art ist die Morgenweite der Sonne, wenn die Tage länger sind als 12 Stunden? — Wenn die Tage abnehmen (!)? An welchem Tage ist die Morgenweite der Sonne südlich und zugleich die Abendweite nördlich (!)? Wenn der Mond östlich von der Sonne steht, nimmt sein Licht (seine Lichtphase) ab oder zu? Wie ist es, wenn er westlich von der Sonne steht? — Was muß man wissen, um des Nachts die Weltgegenden zu finden? — Wie stehen Erde, Sonne und Mond bei einer Sonnenfinsterniß? — Wenn wir die Zeit vom Durchgang eines Himmelskörpers durch den Meridian bis zum nächsten Durchgang einen Tag nennen wollten, was wäre ein Sonnen=, ein Stern=, ein Mond=Tag? wie lang wären sie? — Was wäre ein Sonnen=, ein Mondjahr? wie lang sind sie? — U. s. w.

III. Ueberlegung.

Wir haben bisher die allgemeinen Erscheinungen des Himmels betrachtet. Erscheinungen, d. h. Begebenheiten, die sich ereignen, die nicht ewig sind, sondern werden, und sich auf das Aeußere der Dinge beziehen. Das Wort Erscheinung stammt her von erscheinen, scheinen und Schein. Was ein Schein ist und scheint, gehört zu den Eigenschaften an der Oberfläche der Dinge. Der Schein kann einen tieferen Grund haben in dem Innern eines Dinges, kann aber auch bloß dem Aeußeren angehören. Nicht selten ist der Schein täuschend. „Der Schein trügt,“ sagt das Sprichwort. Doch nein, der Schein an sich täuscht und trügt nicht, wir täuschen uns selbst. Wir ziehen aus dem Aeußeren falsche Schlüsse. Daran ist der Schein selbst, wenigstens oft, sehr unschuldig. Die Natur macht gar keinen falschen Schein. Nur der Mensch hat die unglückliche Fähigkeit, falschen Schein zu machen und andere absichtlich zu täuschen. Die Natur täuscht nicht und berückt nicht. Allen Erscheinungen in ihr liegt Wahrheit, ein wirkliches Sein zu Grund. Daß wir selbst uns in ihr nicht selten täuschen, liegt nicht an ihr. Sie ist durch und durch wahr in ihrem ganzen Sein, im äußeren wie im inneren. „Nichts ist Innen, nichts ist Außen“ — „die Natur ist nicht Kern, ist nicht Schale, Alles ist

sie mit einem Male," sagt Göthe. Auch das, was wir Schein in der Natur nennen, ist nur Wahrheit. Daß wir, langsam uns auf einem Kahn fortbewegend, meinen, wir ruheten und das Ufer bewege sich, was kann das Ufer dafür? Was es zeigt, ist vollkommen der Wahrheit gemäß. Und wenn wir, an einem Walde auf einem Dampfwagen schnell vorbeifahrend, die Bäume an uns vorbeischießen, die hinter einander stehenden sich kreuzen und in mannigfaltigem Gewimmel durch einander fahren sehen: so hat das Alles seinen guten Grund, ist in der Natur der Dinge vollkommen begründet. Wir brauchen nur verständig nachzudenken, um zu erfahren, wie die Sachen stehen, die Dinge sind. An uns also liegt es, wenn wir falsch urtheilen. Die Natur ist daran ganz unschuldig. Ihr Aeußeres entspricht allenthalben vollkommen ihrem Innern. „Die Natur ist redlich," sagt einer der tiefsten Naturkenner, Alexander von Humboldt, mit unserm Schiller, einem der ersten Seelenkenner. „Die Welt," fügt er hinzu, „ist vollkommen überall, wohin der Mensch nicht kommt mit seiner Qual."

Der seiner besseren Natur treu gebliebene Mensch hat eine unüberwindliche Sehnsucht nach der Wahrheit; er möchte, wie man zu sagen pflegt, überall gern hinter die Wahrheit kommen. Nirgends befriedigt ihn das Aeußere der Dinge. Darum und durch Erfahrung belehrt, daß hinter dem Aeußeren derselben oft Etwas verborgen ist, was sich an der Oberfläche nicht zeigt; belehrt, daß Manches anders ist, als es dem oberflächlichen Blicke erscheint: fragt er mit Recht auch, ob die Erscheinungen in der Natur sich ihm so zeigen, wie die Dinge an sich sind, oder ob sein Zustand, sein Standpunkt*) und seine Lage ihn vielleicht zu falschen Schlüssen verleiten. Fragen führen zur Wahrheit, sie sind der Weg zur Wahrheit. Nur der geweckte Mensch fragt. Sie setzen Neu- und Wißbegier, entstandene Zweifel voraus. Der Zweifel ist das Mittel, zur Wahrheit zu gelangen. Darum bedarf es keiner weiteren Rechtfertigung, wenn auch wir in Betreff der Erscheinungen am Himmel Fragen stellen, die Hauptfrage: sind die Dinge am Himmel so, wie wir sie sehen? Ereignen sich die Bewegungen wirklich so, wie sie uns erscheinen? Machen sämmtliche Lichter am Himmel, „das große Licht, das den Tag regiert, und das kleine, das die Nacht regiert, dazu die Sterne," in der That alle 24 Stunden eine große Umwälzung um uns herum? Die Sonne, wie steht es mit ihr? Und wie mit dem Monde? Haben beide eine, ihnen eigenthümliche, der

*) Muß nicht die Welt von der Sonne aus anders aussehen als von der Erde? Heliocentrisch, geocentrisch!

allgemeinen Bewegung von Morgen gegen Abend entgegengesetzte von Abend gegen Morgen? Es wäre ja möglich, daß alles dieses nur schiene, möglich, daß alle diese Bewegungen nur scheinbar statt hätten, möglich, daß die eine der beiden letzteren sich wirklich, die andre nur scheinbar ereignete.

Solche und ähnliche Fragen und Bedenken haben die Menschen in sich erwogen, sobald sie anfingen zu denken; sie sind Jahrtausende alt, so alt wie das Menschengeschlecht. Denkende Wesen beschäftigen sich mit der Untersuchung der Dinge. Wir müssen es, statt es für einen Mangel oder gar für ein Unglück zu halten, daß der Mensch solche Fragen stellt, für einen Vorzug seines Wesens und seiner Bestimmung erachten. An der Oberfläche haftet nicht die Wahrheit; er sollte sie suchen, erforschen. Nur der ganz im Aeußeren befangene, sinnlich-rohe Mensch nimmt die Dinge so, wie sie sich seinen Sinnen darstellen. Der Verständige geht über die äußere Erscheinung hinaus, er dringt durch die Schale zu dem Kern. Und wenn es auch wahr bleibt, daß „in's (ganze, volle) Innere der Natur kein erschaffener Geist dringt," so dringt er doch an der Hand der Erfahrung und des Nachdenkens in den Vorhof der Wahrheit. Jenseits wird sich ihm dereinst das eigentliche Heiligthum der Wahrheit erschließen. Dazu aber muß er sich diesseits vorbereiten und reif machen. Die Werke des unendlichen Schöpfers sind zu groß und erhaben, als daß deren Kenntniß und Erkenntniß in dem kurzen Zeitraum eines Menschenlebens und mit seiner endlichen Kraft sich erschöpfen ließe. Die vereinigten Bemühungen aller großen Geister, die bis jetzt gelebt, haben dazu nicht hingereicht. Aber Vieles haben sie erforscht. Dieses kennen zu lernen, das Wesentliche ihrer Forschungen uns anzueignen, es ist ein reizendes Verlangen, wir können ihm nicht widerstehen. Auf denn, laßt uns darüber nachdenken, wie die Erscheinungen, die wir kennen, sich ereignen! Laßt uns die Fragen beantworten, die sich uns aufdrängen!

Wir müssen ihnen etwas näher rücken. Gerechte Zweifel steigen in uns auf.

Die Erde, unser Wohnort, ist ein Körper von nicht unermeßlichem Umfange. Eigenthümliches Licht fehlt ihr, sie ist dunkel. Ihr Boden erzeugt des Guten unendlich viel, aber nicht allein aus eigner Kraft. Das Beste muß sie von oben empfangen. Was wäre sie ohne die große Wohlthäterin und Lebenweckerin, die Sonne, ohne ihr Licht, ohne die Wärme? Wenn die Sonne nicht den Frühling wieder heraufführte, dieser die kalte Erde nicht wieder besuchte, ihr Eis nicht aufthaute und neues Leben schaffte; was würde aus ihr, was aus allen Geschlechtern der Menschen und Thiere werden!

Sollte die große, herrliche Sonne sich wirklich um sie herumwälzen, in doppelter Bewegung? Das Glänzende, Große, Herrliche um das Dunkle, Kleine? Ein gerechter Zweifel steigt in uns auf.

Diese und andere Fragen sind nicht zu beantworten, wenn wir die Natur, Gestalt und Größe unsrer Erde nicht kennen. Wie die Selbsterkenntniß uns über uns selbst die Augen öffnet, daß wir wissen, was und wie wir sind, und wir nun auch das Aeußere richtig beurtheilen, so ist die Kenntniß unsers Wohnortes der Schlüssel zur Wahrheit der Natur. Darauf müssen wir also zunächst sinnen.

Aber unser Leben ist kurz, schwach unsre Kraft. Wir würden nicht weit kommen, wollten wir nur uns selbst hören. Wir sehnen uns daher nach der Belehrung durch die Weisen aller Zeiten, die vor uns gelebt haben. Die Erforschung der ganzen Wahrheit ist nicht die Aufgabe des einzelnen Menschen, sondern des ganzen Geschlechts. Was unsre Vorfahren an's Licht gefördert, eignen wir es uns an; horchen wir darum ihrer Belehrung! Das ist fortan unser Geschäft.

Im Nachfolgenden geben wir Resultate des Nachdenkens der Naturforscher und Astronomen. Unser eignes Nachdenken wird dabei in Anspruch genommen. Ohne Anstrengung haben jene die Wahrheit nicht gefunden; ohne Anstrengung fällt sie auch uns nicht zu. Diese Gewißheit schlägt uns nicht nieder, sie erhebt und kräftigt uns. Ohne Zögern gehen wir daher an das heitere Geschäft! Wir denken mit Lessing: Wenn Du mir in der einen Hand die fertige Wahrheit, in der andern das Streben danach darböteſt, und mir die Wahl bliebe, ich wählte die andre; denn die absolute Wahrheit ist ja doch nur allein für Dich.

IV. Erklärungen.

---

1. Die Gestalt der Erde.

Die Erde, von der wir überall nur einen kleinen Theil der Oberfläche sehen — je höher wir stehen, desto mehr — scheint eine Scheibe zu sein, auf dem Lande mit kleineren oder größeren Erhebungen und Ungleichheiten bedeckt, auf dem Meere an ruhigen

Tagen eine spiegelglatte, vollkommene Scheibe. Die Alten hielten sie, dem Augenscheine folgend, wirklich für eine Scheibe, die auf unbekannten Unterlagen ruhe. Eine Zeit lang glaubte man, der Mittelpunkt der Scheibenoberfläche sei Delphi, wo die Pythia weissagete. Um diese Scheibe herum floß nach der Ansicht der Zeitgenossen Homer's der Ocean, aus welchem die Sonne des Morgens am östlichen Himmel auftauchte, um Abends am westlichen Himmel sich in denselben wieder zu versenken. Ist es so?

Beobachtungen, Erfahrungen und Schlüsse daraus.

1ste Erfahrung. Nähert sich ein Schiff, mit Mastbaum und Segeln versehen, von fern her einer Küste, auf der ein Beobachter steht, so erblickt er das Schiff nicht auf einmal, sondern zuerst die Spitze des Mastes, und erst allmählig, wenn das Schiff näher gekommen, sieht er die mittleren, zuletzt die unteren Theile des Mastes, am allerletzten den Rumpf des Schiffes selbst. Warum erscheint nicht das ganze Schiff dem Auge zu gleicher Zeit?

Eine ähnliche Wahrnehmung macht der Pilot auf dem Schiffe, wenn sein Blick auf entfernte Inseln oder auf das Festland, mit Bergen und Thürmen bedeckt, gerichtet ist. Zuerst erscheinen ihm die Spitzen der Gegenstände; allmählig, wenn er sich ihnen mehr und mehr nähert, kommen auch die tiefer liegenden Theile herauf.

Schluß. Diese Thatsachen wären unmöglich, wenn die Erdoberfläche wirklich eine flache Scheibe wäre. Man müßte dann alle Theile eines erscheinenden Gegenstandes zugleich sehen, und alle müßten zugleich verschwinden*) (ja, die Spitzen von Gegenständen müßten früher verschwinden als die unteren, ausgedehnteren Theile

*) Auch würden viele Gegenstände auf der Erde, wenn dieselbe eine ebene Fläche wäre, in weit größeren Entfernungen sichtbar bleiben, als es der Fall ist.

Unter der scheinbaren Größe eines Gegenstandes oder dem Sehewinkel versteht man den von zwei geraden Linien, die von dem Auge nach den Endpunkten des Gegenstandes gezogen werden, gebildeten Winkel in dem Auge. Wird dieser Winkel kleiner als 1 oder ½ Minute ($1^0 = 60'$), was der Fall ist, wenn der Gegenstand etwa 5000mal so weit entfernt, als der Durchmesser desselben groß ist, so verschwindet der Gegenstand. Demnach müßte einer, welcher ½ Meile lang und ½ Meile breit ist, etwa noch in einer Entfernung von 5000mal ½ Meile, d. h. in einer Entfernung von 2500 Meilen sichtbar sein. Dieses ist aber keineswegs der Fall. Der Pic von Teneriffa, ungefähr ½ Meile hoch, verschwindet, selbst in den besten Fernröhren, schon in einer Entfernung von 29 Meilen. In dieser Entfernung hat aber eine Größe von ½ Meile noch einen Sehewinkel oder eine scheinbare Größe von 1^0, d. h. sie erscheint 2mal so groß, als der Durchmesser von Sonne oder Mond, müßte daher vom unbewaffneten Auge noch deutlich gesehen werden können. Atqui — ergo etc. Aus der Falschheit der Folge wird (bei richtiger Ableitung oder Deduction) auf die Falschheit des Grundes geschlossen. Valet consequentia, sagt hier die Logik.

derselben.) Folglich kann die Erdoberfläche nicht eben, sie muß gekrümmt sein.

Fig. 6. In c befinde sich ein Mensch, seine Höhe sei cd; in a erscheint ein Schiff, er sieht davon zuerst den Punkt b, die gerade Linie db berührt in e die Erdoberfläche. Erst wenn das Schiff näher an e herangekommen ist, erblickt man von d aus andre, tiefer liegende Theile des Schiffes, und wenn es in e angekommen ist, sieht man es ganz.

Dasselbe gilt für einen Matrosen, der vom Mastkorbe in b nach e hin blickt. Zuerst erscheint ihm der Gipfel f eines Berges; nach und nach sieht er die tiefer liegenden Theile desselben.

Die Annahme einer allenthalben gekrümmten Gestalt der Erdoberfläche erklärt diese allenthalben gemachte Erfahrung.*)

Wie viel von der gekrümmten Oberfläche wird man von der Spitze b eines Gegenstandes übersehen? Fig. 7.

Man ziehe von b aus Berührungslinien (Tangenten) nach allen Seiten, in der Figur bc, bd. Was zwischen b und c und d liegt, übersieht man; was jenseits c und d liegt, bleibt verborgen. Der sichtbare Horizont in b ist ein Kreis, der mit dem Halbmesser bc oder bd ringsum gezogen wird, oder vielmehr ein Kegelraum, dessen Spitze in b liegt. Je höher ab ist, desto größer wird der Kegel, desto größer die Grundfläche. Folglich wächst mit der Entfernung des Auges von der Erdoberfläche die Größe der Horizontfläche und zugleich (was eine Zeichnung unmittelbar veranschaulicht) die Größe des sichtbaren Theils des Himmels.

Sobald ein Gegenstand über den Horizont heraufrückt, so geht er auf. Folglich muß ein Himmelskörper um so früher aufgehen, je höher das Auge des Beobachters ist, und um so später untergehen. Eben deshalb bescheint die aufgehende Sonne den Gipfel eines Berges früher, als den Fuß desselben. Diese Thatsache und andere sind nur erklärbar aus der gekrümmten Oberfläche des Erdkörpers.**)

---

*) Was wir in diesem Kapitel „Beweise" für die Kugelgestalt der Erde nennen, sind nicht überall streng-mathematische Beweise, sondern Wahrscheinlichkeitsschlüsse, welche durch streng-mathematische Beweise, die aber nicht hieher gehören, unterstützt werden. Für uns reicht es hier hin, die Kugelgestalt der Erde aus Gründen erschlossen zu haben, aus Gründen, die an und für sich lehrreiche Thatsachen enthalten.

**) „Der Horizont. Erster Beitrag zu einer geistbildenden Behandlung der Lehren der mathematischen Geographie in höheren Lehranstalten, von H. Baumgärtner, Seminarlehrer in Berlin. Essen, bei Bädeker, 1843." Eine lehrreiche, wissenschaftliche Abhandlung. In derselben ist S. 21 eine Tabelle enthalten, welche angiebt, wie viel mehr als die Hälfte des Himmels man in be-

Zusatz. Je höher der Standpunkt eines Beobachters ist, desto größer wird sein Horizont. Aus folgender Tabelle*) läßt sich das Wachsthum desselben mit der Entfernung des Auges von der Meeresfläche übersehen.

Standpunkt über der Meeresfläche. Fuß:	Halbmesser des Gesichtskreises. Meilen:	Standpunkt über der Meeresfläche. Fuß:	Halbmesser des Gesichtskreises. Meilen:
10	0,9	3000	15,04
20	1,2	4000	17,36
30	1,5	5000	19,4
40	1,72	6000	21,25
50	2	7000	22,96
100	2,75	8000	24,5
200	3,875	9000	26,4
300	4,75	10000	27,44
400	5,5	12000	30,63
500	6,166	14000	32,5
1000	8,666	16000	35,7
1500	10,625	18000	36,8
2000	12,3	20000	38,8
2500	13,714	24000	41,56

Nach dieser Tabelle kann man berechnen, ob ein Gegenstand möglicher Weise von einem andern aus gesehen werden kann. Weiß man nämlich deren Höhe über dem Meeresspiegel, addirt die Halbmesser ihrer Gesichtskreise, und beträgt diese Summe weniger als ihre Entfernung, so kann der eine Gegenstand vom andern aus gesehen werden. (NB. Auf die Strahlenbrechung, welche die Gegenstände scheinbar erhöht, ist hier

---

stimmten Höhen über der Erdoberfläche übersieht, oder wie viel die Kimmtiefe beträgt. Z. B.:

Absol. Höhe des Auges in preuß. Fußen:	0′;	Kimmtiefe:	0° 0′ 0″
	10′;	"	— 3′ 24″
	100′;	"	— 10′ 48″
	1000′;	"	— 34′ —
	5000′;	"	1° 16′ —
	10000′;	"	1° 48′ —
	50000 Meilen:	"	89° 1′ —
	21000000 "	"	89° 59′ 51″

Begreiflicherweise hängen diese Bestimmungen nicht blos von der Entfernung des Auges von der Erde, sondern auch von der Größe derselben ab.

*) Die Berechnungsart obiger Tabelle ist leicht zu erkennen. Wer ein Bischen Geometrie versteht, weiß, daß (Fig. 7.) bc, der Radius des Horizontes für b, die mittlere geometrische Proportionale zwischen ba und (ba + dem Erddurchmesser) ist. Kennt man nun ba, so kennt man auch bc.

ba sei z. B. 24000′ = 1 Meile; so haben wir, da sich

ab : bc = bc : (ba + Erddiameter) verhält,

$$1 : x = x : \left\{ \begin{matrix} 1 + 1720 \\ 1721 \end{matrix} \right\}$$

$$x = \sqrt[2]{1721}$$

= 41½ Meilen näherungsweise, wie wir oben angegeben.

keine Rücksicht genommen worden. Sie macht, daß man Gegenstände sieht, die man sonst nicht gesehen hätte. Der vorvorige Astronom in Mannheim z. B. versicherte mir einst, daß er zuweilen von der Höhe seiner Sternwarte das Münster in Straßburg gesehen habe. Nun ist dasselbe ungefähr 500′ hoch, die Mannheimer Sternwarte nicht 200′. Nach obiger Tabelle geben das 2 Horizonte in Summa von noch nicht 10 Meilen. Straßburg und Mannheim sind aber in gerader Linie mehr als 20 Meilen von einander entfernt. Strahlenbrechung!)

2te Erfahrung. Jeder undurchsichtige Körper wirft, von der Sonne beschienen, nach der der Sonne entgegengesetzten Seite einen Schatten. So auch die Erde. Dieser Schatten kann in der Regel nicht gesehen werden; nur zuweilen. Nämlich dann, wenn er von einem hellen Körper aufgefangen wird. Der Körper, welcher dieses thut, ist der Mond. Wenn nämlich Vollmond ist, so steht der Mond, von der Erde aus gesehen, der Sonne gerade gegenüber, 180° von ihr entfernt. Geht er nun zugleich durch einen Knoten der Mondbahn, in welchem Falle Sonne, Erde und Mond in einer geraden Linie stehen, so sieht man über den Mond nach und nach einen Schatten ziehen, oder den Mond durch einen Schatten gehen, wodurch eine sogenannte Mondsfinsterniß entsteht. Dieser Schatten hat jederzeit eine runde Gestalt.

Schluß: Folglich muß die Erde, welche diesen Schatten bildet, ein runder Körper sein.

Der runden Körper giebt es mancherlei. Die bekanntesten sind Scheibe und Kugel.

Da auch eine Scheibe zuweilen einen runden Schatten wirft, nämlich dann z. B., wenn die sie beleuchtenden Strahlen auf ihr und der Fläche, welche den Schatten empfängt, senkrecht stehen, so könnte die Erde, ungeachtet der Mondsfinsterniß, eine Scheibe sein. Aus den Mondsfinsternissen allein folgt daher nicht, daß die Erde ein kugelförmiger Körper sei. Verbindet man aber die zweite Erfahrung mit der ersten, so wird es sehr wahrscheinlich, und die Wahrscheinlichkeit wird zur Gewißheit, sobald wir erst wissen, daß die Erde sich stets, also auch während einer Mondsfinsterniß, um die Achse dreht.

Frage. Hängt die Form des Schattens, den ein Körper wirft, nicht auch von der Lage des den Schatten aufnehmenden Körpers ab? Kann eine Kugel einen länglichrunden, eine Scheibe einen elliptischen, oder gar einen geradlinigen Schatten werfen? Beispiele durch Versuche mit einer beleuchteten Kugel und Scheibe vor einer Wand!

3te Erfahrung. Ferdinand Magellan (Magelhaens) segelte 1519 von der Westküste Europa's ab; eins seiner Schiffe

fuhr, 3 Jahre lang, der Hauptrichtung nach stets westlich und kam endlich an dem Orte wieder an, von dem es ausgesegelt war. Diese Erfahrung ist seitdem vielfältig gemacht worden; man segelt stets fort und fort gegen Westen, und kommt von Osten her (aus der östlichen Gegend dieses Ortes) wieder an denselben Ort; oder man segelt gegen Osten, und kommt von Westen her zurück. Oder: zwei Schiffe, die von demselben Orte aus nach entgegengesetzten Weltgegenden segeln, das eine nach Osten, das andere nach Westen, und diese Richtung beibehalten, entfernen sich nicht immer weiter von einander, sondern begegnen sich endlich.

Schluß. Dieses ist nicht möglich, wenn die Erde eine runde Scheibe ist; ist nur möglich, wenn sie, wenigstens von Osten nach Westen, und umgekehrt, ein runder Körper ist.

Frage. Kann man nicht auch auf einer Scheibe so reisen, daß man nach dem ursprünglichen Ausgangspunkte von entgegengesetzter Seite zurückkommt? Aber was muß dann geschehen? Ist es auch ohne Drehung möglich?

Anmerkung. Jene „Reise um die Welt" (Welt- oder Erdumsegelung) wurde in etwa 3 Jahren vollendet. Man hatte ein genaues Tagebuch geführt, und fand mit Staunen bei der Rückkehr nach Spanien, daß man auf dem Schiffe einen Tag weniger schrieb als in Spanien. Magellan war den 10. August 1519 abgesegelt, und kehrte den 7. Sept. 1522 zurück.*) Auf dem Schiffe war es der 6. September. War ein Fehler vorgefallen? Und wenn nicht, wer hatte Recht? (Vorläufige Frage!)

4te Erfahrung. Bisweilen, wenn auch selten, geht der Mercur und die Venus vor der Sonnenscheibe her. Man nennt diese Erscheinung einen Durchgang des Mercur oder der Venus durch die Sonne. Man sieht alsdann einen dunkeln Punkt an dem nach Osten gekehrten Rande der Sonnenscheibe erscheinen und am westlichen wieder verschwinden. Es folgt aus dieser Erscheinung, daß Mercur und Venus alsdann näher bei der Erde stehen als die Sonne. Wird nun diese interessante Erscheinung mit Fernröhren, welche geschwärzte Gläser besitzen, an verschiedenen Orten, welche östlich und westlich von einander liegen (z. B. Paris, Wien, Konstantinopel u. s. w., Boston), beobachtet, und werden nachher die Zeiten, in welchen an jedem Orte die Erscheinung (nach ihrem Anfang, Mittel und Ende) beobachtet wurde, mit einander verglichen, so findet sich, daß sie an verschiedenen Orten zu verschiedenen Stunden stattgefunden hat. An den östlicher gelegenen Orten ist

*) Oder vielmehr er selbst nicht; denn er war im Jahre 1521 auf einer der Philippinischen Inseln ermordet worden.

die Beobachtung später am Tage, an den westlicher gelegenen früher am Tage gemacht worden. Dort waren seit Sonnenaufgang schon mehr Stunden verflossen, als hier.

Schluß: Folglich geht den mehr nach Osten gelegenen Orten die Sonne früher auf, als den mehr westlich gelegenen. Dieses ist aber nicht möglich, wenn die Erde eine ebene Scheibe ist; ist nur möglich, wenn sie, wenigstens von Morgen gegen Abend, und umgekehrt, ein gekrümmter Körper ist.

Da man nun aus den genannten und ähnlichen Beobachtungen weiß, daß bei den gerade ost- und westwärts von einander gelegenen Orten der Unterschied in der Zeit des Auf- und Untergangs und der Culmination der Sonne — abhängt von der Entfernung dieser Orte und dieser proportional ist (doppelte Entfernung zweier Orte, doppelter Unterschied), so muß die Erde von Osten gegen Westen regelmäßig gekrümmt sein.

Die eben angegebene Erfahrung macht man auch, wenn man mit einer genau gehenden, nach der Sonne gestellten Uhr ost- oder westwärts reiset. Kommt man an einem Orte an, welcher ostwärts liegt, und vergleicht die Zeit, welche die mitgebrachte Uhr zeigt, mit den genau nach der Sonne (d. h. nach ihrem Durchgange durch den Meridian) gestellten Uhren dieses Ortes, so zeigen diese eine vorgerücktere Stunde des Tages, und zwar um so mehr vorgerückt, je mehr der Ort ostwärts liegt. Das Umgekehrte bemerkt man an den Uhren der Orte, welche westwärts liegen. — Kommt man z. B. von Berlin nach Moskau, so zeigen die Moskauer Uhren 1 Uhr 36 Minuten, wenn die mitgenommene Berliner 12 Uhr zeigt.

Anmerkung. Man denke an das Tagebuch des F. Magellan! Welche Erfahrung wird ein Schiff machen, welches von Westen nach Osten eine Erdumsegelung vollendet — in Betreff der Zeit des Auf- und Unterganges der Sonne und ihres Durchganges durch den Meridian an aufeinander folgenden Tagen, und des Kalenders?

Wer von Berlin nach Moskau eine nach Berliner Zeit gehende Uhr mitbringt, muß, da man in Moskau nach Moskauer Zeit zu rechnen hat, seine Uhr in runder Zahl eine Stunde vorrücken, er hat also eine Stunde verloren. Schluß: So verliert er, auf demselben Parallel fortreisend, bis er wieder nach Berlin kommt, einen ganzen Tag, 24 Stunden. Und doch muß er seinem Kalender einen Tag zusetzen.

Das Gegentheil findet statt, wenn er auf einem Parallel westwärts um die Erde reiset: er gewinnt einen Tag, sein Kalender aber verliert einen. Richtig, und verstanden? — in welchem

Sinne kann man also wohl behaupten, daß Einer, westwärts reisend, eine Stunde 2mal durchleben kann? — *)

5te Erfahrung. Bewegt man sich in der Richtung nach Norden vorwärts, folglich in der Mittagslinie, zwischen Orten, welche denselben Meridian, also zu gleicher Zeit Mittag haben, so macht man, die Sterne beobachtend, folgende Wahrnehmung:

Ein Stern, der am Ausgangspunkte durch das Zenith ging, geht nun südwärts von dem nunmehrigen Zenith durch den Meridian. Der nördliche Polarstern hebt sich höher und höher. Ueber den nördlichen Theil des Horizontes erheben sich bekannte, auf- und untergehende Sterne, so hoch, daß sie nicht mehr untergehen. Ueber den südlichen Theil des Himmels erheben sich andre, die man an dem Ausgangspunkte aufgehen sah, gar nicht mehr über den Horizont.

Die umgekehrten Beobachtungen macht man, wenn man südwärts reiset. Alsdann sinken die um den Nordpol stehenden Sternbilder immer tiefer, die nach Süden zu stehenden heben sich immer mehr und mehr.

Schluß: Die Gesammtheit dieser Erscheinungen läßt sich nur durch die Annahme erklären, daß die Erde von Norden nach Süden und umgekehrt eine gebogene Gestalt habe, ein kugelförmig gekrümmter Körper sei.

Einwurf. Wenn nicht schon früher, so werden doch wahrscheinlich hier die Schüler den Einwand erheben, daß man auf einer Kugel nicht überall wohnen könne, sie werden von Oben und Unten reden u. s. w.

Es bedarf also der Belehrung, daß bei einem frei im Weltraume schwebenden Körper von Unten oder Oben gar nicht die Rede sein könne. Ueberall stehen die Menschen mit den Beinen auf dem Erdboden und haben den Himmel über sich. Was näher bei der Erde ist, heißt unten, was näher beim Himmel, oben. Besser begriffen wird es aus dem Folgenden; aber man steure der falschen Vorstellung ein für

---

*) In folgender Weise wird die Sache Manchem noch deutlicher. Reis't man ostwärts, so bewegt man sich in der Richtung fort, in welcher sich die Erde um die Achse dreht, vermehrt gleichsam deren Achsengeschwindigkeit um den Weg, den man zurücklegt, und verkürzt dadurch die Länge des Tages, bei einer Fortbewegung von 15 Längengraden um 1 Stunde. Hat man so den halben Parallel hinter sich, so hat man einen halben Tag gewonnen; denn je kürzer die Tage, desto mehr Tage fallen auf denselben Zeitraum. In demselben Augenblick, als man am Ort der Abreise z. B. Mittag den 30. December zählt, hat man 180° ostwärts Nachts den 31. December. — Reis't man westwärts, so macht man die Tage länger, vermindert die Zahl derselben und schreibt, wenn es am Ausgangsorte Mittags den 30. December ist, 180° westwärts davon Mitternachts den 30. December. — Wer überlegen kann, dem fällt hier eine neue Frage ein. Die simulirten beiden Reisenden sind beisammen. (!)

alle Mal dadurch, daß man in der Geographie nirgends von Oben und Unten (= Norden und Süden) redet.

6te Erfahrung. Wirft man einen Stein in die Höhe, so fällt er alsbald wieder auf die Erdoberfläche zurück. Steine, die sich vom Dache eines Hauses lösen, bewegen sich nicht nach Oben (steigen nicht), sondern nach der Erde hin, sie fallen. Ein Stück Holz, eine Bleikugel u. s. w. an einen Faden gebunden und hängengelassen, spannt den Faden; seine Richtung trifft, aufwärts verlängert, den Scheitelpunkt; abwärts verlängert den Mittelpunkt der Erde.*) Die Richtung des Fadens steht lothrecht auf dem Wasserspiegel.

Kurz, alle Theile der Erde (Körper, welche leichter sind als die Luft, steigen in ihr bis zu einer gewissen Höhe) haben ein Bestreben, sich der Erde möglichst zu nähern, und sie thun es, wenn kein Hinderniß vorhanden ist, wirklich. So fließt das Wasser nach Unten, dringt in die Erde ein u. s. w. Woher rührt diese allgemeine Erscheinung?

Leute, die niemals über die Sache nachgedacht haben, erklären sie für eine Folge des Drucks der Luft. Eine Menge der verschiedenartigsten Erscheinungen soll der Luftdruck hervorbringen. Dieser spukt ordentlich in ihren Köpfen. Aber der Luftdruck ist es so wenig, daß die Erscheinung gerade in einem Raume, in dem sich keine Luft befindet, am Energischesten auftritt. Die Ursache ist keine andre als die Anziehungskraft der Erde. Die Erde zieht alle Körper an, hält sie alle bei sich und nähert sie sich selbst, so viel als möglich. Worin ist diese Anziehungskraft begründet, steckt sie geheimnißvoll im Mittelpunkt der Erde wie ein Magnet, oder wie ist es?

Die Anziehungskraft ist eine aller Materie einverleibte Kraft. Jedes materielle Theilchen zieht jedes andere materielle Theilchen an. Folglich haben alle eine Neigung zur Vereinigung.

Diese Anziehungskraft ist eine allgemeine Eigenschaft der Materie. Wo nur materielle Stoffe sind, da ist sie auch. Sie ist eine Grundkraft der Materie.

Als die Materie geschaffen wurde, war die Anziehungskraft mitgeschaffen. Stoff und Kraft sind in und mit einander. Kein Stoff ohne Kraft, keine Kraft ohne Stoff. Die Anziehungskraft vereinigt die Massen. Man denkt sich den Urzustand der Weltmassen flüssig, aus Gründen, die hier übergangen werden können, und nennt diesen Zustand den chaotischen (Chaos). Aus diesem Chaos traten allmählich die Weltkörper hervor, an bestimmten Punkten vereinigten

*) Mit Erlaubniß der strengen Methodiker gesprochen!

sich Massen. So entstand auch (nach Wahrscheinlichkeit) die Erde. Da alle Theile derselben einander anzogen, so mußten dieselben, wenn Ruhe und Stillstand eintreten sollte, sich in's Gleichgewicht setzen, d. h. eine Kugelgestalt annehmen. Ein Körper, dessen Theile von der Anziehungskraft aller Theile zu allen zusammengehalten werden, wird (wenn nicht andere Verhältnisse störend einwirken) als eine Kugel erscheinen. Da nun die Anziehungskraft in der Materie der Erde lebt und wirkt, so muß sie eine kugelförmige Gestalt angenommen haben. Alles, was wir von ihr wissen, bestätigt diese Meinung. In Wahrheit und mit fester Ueberzeugung können wir daher hier schon sagen: Unser Wohnort ist eine Kugel. Alles Nachfolgende bestätigt diese Ansicht und erhebt sie zur unumstößlichen Gewißheit.

Die Berge auf der Erde sind kein erheblicher Einwurf dagegen. Kennen wir erst die Größe der Erde, so werden wir einsehen, daß selbst die höchsten Berge gegen die Größe der Erde nur unbedeutende Erhöhungen bilden. —

Rückblick. Hier an dieser Stelle müssen wir einen Rückblick thun. Wir haben eine Hauptstation erreicht. Unsere Gesammtansicht wird nun, wenn wir mit der Vorstellung der Kugelgestalt der Erde alles Frühere verbinden, sich erweitern und, wenigstens theilweise, eine andre werden. Wahrscheinlich geht es dem Einen oder dem Andern im Kopfe herum. Man kann nicht gleich Alles sich zurecht legen. Es ist auch nicht nöthig; aber wir müssen die Sache doch vorbereiten.

Wir denken uns also jetzt die Erde als eine Kugel im Weltraum, um sie herum Sonne, Mond und Sterne. Diese scheinen sich in 24 Stunden von Osten gegen Westen herumzuwälzen. Der Nordpol des Himmels nimmt an dieser Bewegung keinen Antheil. Demselben nahe stehende Sterne bewegen sich in kleinen Kreisen langsam, im Aequator des Himmels stehende am schnellsten.

Entwerfen wir eine Zeichnung darüber! Fig. 8.

Der um o herumgezogene kleine Kreis stelle die Erde, der größere einen Durchschnitt der Himmelskugel vor. N Nordpol, S Südpol des Himmels, NS die Himmelsachse, um welche die tägliche Bewegung der Gestirne erfolgt; n Nordpol der Erde, s Südpol derselben. Die gerade Linie ns nennt man die Erdachse. (Warum, folgt später.) AE Himmels-, ae Erdäquator. Es sei B der Standpunkt eines Menschen. Alsdann ist eine an die Kreislinie in B gezogene Tangente ld der scheinbare Horizont des Ortes B, Z sein Scheitelpunkt. An der Figur erkennen wir nun Folgendes:

Sterne in N und S bewegen sich gar nicht. Was von N gilt, gilt auch, wie Schiffer, die nach Süden fahren, wissen, von S.

Der Aequator AE theilt die Himmelskugel in 2 gleiche Theile, den nördlichen und südlichen.

Der Erdäquator ac theilt die Erdoberfläche in 2 gleiche Hälften, die nördliche und südliche Halbkugel. Wie N von allen Punkten des Himmelsäquators, so ist n von allen Punkten des Erdäquators 90° entfernt. Ebenso S und s.

Ein Stern in c beschreibt in 12 Stunden den Bogen cf um N herum, in den nächsten 12 Stunden den in der Figur nicht dargestellten Bogen fc auf der andern Seite. NASEN ist Meridian des Himmels für B; nBasen ist Erdmeridian für B. Jener bildet diesen, d. h. schneidet die Erde in ihm. Erd- und Himmelsmeridian desselben Ortes liegen in derselben Ebene. Dieser ist die Verlängerung von jenem. Dasselbe gilt vom Erd- und Himmelsäquator.

Ein Stern d, der bei seinem tiefsten Stande den Horizont des Bewohners von B in d berührt, erreicht seine größte Höhe in g, wo er culminirt. Die Mittelpunkte der Kreise, welche die Sterne in 24 Stunden um die Erde zu beschreiben scheinen, liegen in der Himmelsachse NS. Der Mittelpunkt des Kreises, den ein in E im Aequator stehender Stern zu beschreiben scheint, liegt in dem Mittelpunkt der Erde, in o. Die Mittelpunkte der Kreise der Sterne, die an dem nördlichen Theile der Himmelskugel liegen, befinden sich zwischen o und N; die Mittelpunkte der Sterne an dem südlichen Theile der Himmelskugel liegen zwischen o und S. Ein Stern, der in i steht, beschreibt den Bogen ih um den Südpol herum, und kommt gar nicht über den Horizont des Ortes B.

Bo bezeichnet die Richtung eines in B frei aufgehängten, an einem Faden schwebenden Körpers, ao die Richtung eines solchen in a u. s. w. Die Richtungen aller Bleilothe auf der Erde vereinigen sich im Mittelpunkt der Erde.

Wie lang der Halbmesser der Erde, oa, on, oB ist, wissen wir noch nicht. Eben so wenig kennen wir die Länge oE, oN u. s. w., die Entfernung des Himmelsgewölbes. Aber die Erfahrung lehrt, daß der Halbmesser der Erdkugel klein ist in Vergleich mit dem Halbmesser der Himmelskugel, so klein, daß on gegen oN verschwindet, folglich auch oB gegen oZ, folglich ist ld von KL, einer Ebene, die mit ld parallel durch den Mittelpunkt o gelegt gedacht wird, so gut wie gar nicht entfernt, beide fallen zusammen. Die meisten Erscheinungen am Himmel sind so, daß beide als zusammenfallend angesehen werden müssen. Ld ist = 0 (Null) zu

setzen. Sobald daher ein Stern in L erscheint, erscheint er auch in d, d. h. im Horizont von B. Die Ebene ld ist für B der scheinbare, KL der wahre Horizont. Beide sind zwar um die Größe des Halbmessers der Erde oB von einander entfernt. Aber diese Entfernung verschwindet gegen die Entfernung der Fixsterne. Wir legen daher von jetzt an den wahren Horizont eines Ortes durch den Mittelpunkt der Erde, senkrecht auf die von dem Orte nach dem Mittelpunkte gezogene gerade Linie. Der wahre Horizont für den Punkt a geht durch SN, der für n durch AE; der für e auch durch SN, der für s auch durch AE. 2 Orte auf der Erde, welche unter demselben Meridian liegen und 180° von einander entfernt sind, haben denselben wahren Horizont. Menschen, die an entgegengesetzten Enden eines Erddurchmessers wohnen, heißen Gegenfüßler (Antipoden); so die in n und s, a und e u. s. w. N ist der Scheitelpunkt von n, S sein Fußpunkt*) (Nadir); A ist der Scheitelpunkt von a, der Fußpunkt von e, dessen Scheitelpunkt E ist. Bei Gegenfüßlern ist das Zenith des einen das Nadir des andern.

Der scheinbare oder astronomische Horizont eines Ortes ist die Tangentialebene der Erdoberfläche an dem Orte des Beobachters. Jede mit ihr parallel gelegte Linie oder Ebene heißt eine Horizontallinie oder Ebene. Eine Horizontalebene durch den Mittelpunkt der Erde ist der wahre oder mathematische Horizont des Beobachters. Da die Größe der Erde gegen die Entfernung des Himmels verschwindet, was daraus folgt, daß Fixsterne zugleich im wahren und scheinbaren Horizonte eines Ortes erscheinen, so kann das an der Oberfläche der Erde beobachtende Auge als in dem Erdmittelpunkte beobachtend angesehen werden. Ein Auge in B übersieht daher die halbe Himmelskugel KZL, und ein Auge, welches weiter vom Erdmittelpunkt entfernt ist, als der Erdhalbmesser groß ist, z. B. ein Auge auf dem Pic von Teneriffa, übersieht mehr als die halbe Himmelskugel. Dasselbe ist der Fall auf einem Schiffe, wo man die Beobachtungen am Himmel vom Meerhorizonte aus macht. Dieser liegt tiefer als der astronomische Horizont. Die auf einem Meerschiffe beobachteten Höhen sind folglich größer (um die Kimmtiefe größer) als die von den Astronomen beobachteten. Darum ist die Berechnung der Kimmtiefe für den Schiffer sehr wichtig.**)

---

*) Was anderwärts der Kürze wegen auch Fußpunkt genannt wird, ist mit dem Nadir nicht zu verwechseln.

**) Siehe Baumgärtner a. a. O.!

2. Folgerungen aus der Kugelgestalt der Erde in Verbindung mit früheren Beobachtungen und Erfahrungen.

Um das Frühere noch genauer mit dem Resultate, daß die Erde eine Kugel ist, zu verknüpfen und demselben Naheliegendes anzureihen, betrachten wir Fig. 9., in welcher die Linie KL die Ekliptik, HR den wahren Horizont für B (Berlin) vorstellen soll. Folgende Wahrheiten sind das Resultat einer kurzen Ueberlegung.

1. Für den Horizont von a, einen Punkt auf dem Aequator.

Der wahre Horizont von a geht durch die Himmelsachse SN. Was über SN nach A zu liegt, ist über, was unter SN nach E zu liegt, ist unter dem Horizont von a. N und S, d. h. der Nord- und Südpol des Himmels, liegen dem Aequatorbewohner stets im Horizont.

Der Aequator AE schneidet seinen Horizont senkrecht und geht durch sein Zenith A. Alle Sterne, deren Bahn in dem Himmelsäquator liegt, gehen dem Aequatorbewohner alle 24 Stunden durch den Scheitelpunkt und kommen unter rechten Winkeln den Horizont hinauf, und gehen ebenso hinab.

Da die tägliche Bahn aller Sterne mit dem Aequator parallel liegt, so gehen dem Aequatorbewohner alle Sterne senkrecht auf. Man nennt daher die über dem Aequatorbewohner schwebende Himmelskugel die senkrechte oder gerade Sphäre. Die Hälfte jener Bahnen liegt über, die Hälfte unter dem Horizont. Jeder Stern bleibt also dem Aequatorbewohner 12 Stunden über, 12 Stunden unter dem Horizont. Da die tägliche Umwälzung des Himmelsgewölbes um NS stattfindet, so gehen dem Aequatorbewohner in 24 Stunden alle Sterne ohne Ausnahme auf. Er sieht sie alle über dem Horizont, mit Ausnahme der etwa gerade in N und S stehenden, die nie auf-, nie untergehen, weil sie immer im Horizont verweilen.

Die jährliche Bahn der Sonne KL macht mit dem Aequator einen Winkel von $23\frac{1}{2}°$ ($23° 27' 30''$). Bogen AK $= 23\frac{1}{2}°$, Bogen EL $= 23\frac{1}{2}°$. Vom 21. März bis zum 23. September verweilt die Sonne nördlich vom Aequator, in L erreicht sie die weiteste Entfernung von demselben. An dem Tage, an welchem sie in L steht, am 21. Juni, beschreibt sie den Bogen LC, parallel mit dem Aequator. Sie culminirt in C, $23\frac{1}{2}°$ nördlich von A. Während unsers Frühlings, vom 21. März bis 21. Juni, culminirt sie

zwischen A und C; während unsers Sommers, nach dem 21. Juni und vor dem 23. September, zwischen C und A; während unsers ganzen Sommerhalbjahres steht sie also dem Aequatorbewohner zur Mittagszeit im nördlichen Theile des Meridians.

Das Umgekehrte findet zwischen dem 23. September und dem 21. März statt. An diesen Tagen culminirt sie in A, in dem genannten Zeitraum zwischen A und K, also im südlichen Theile des Meridians.

Denkt man an den Schatten, den ein vertikal aufgerichteter Stab Mittags um 12 Uhr wirft, so fällt der Schatten eines in a errichteten Stabes während des Sommersemesters, in welchem die Sonne zwischen A und C steht, nach Süden, im Wintersemester nach Norden; an den Tagen der Nachtgleichen giebt es gar keinen Schatten, die Sonne steht senkrecht über dem Stabe. Darum nennt man die Bewohner des Aequators zwei- oder unschattige. Menschen, die unter der geraden oder senkrechten Sphäre wohnen, sind zwei- oder unschattige.

CL und KD stellen die Wendekreise vor, CL den des Krebses, KD den des Steinbocks. Die Höhe, welche die Sonne am Tage der Frühlings-Tag- und Nachtgleiche über dem Horizont von a erreicht, ist AN oder $AS = 90^0$, am Tage der Sommer-Sonnenwende ist sie $CN = 90^0 - 23\frac{1}{2}{}^0 = 66\frac{1}{2}{}^0$, der Winter-Sonnenwende $KS = 90^0 - 23\frac{1}{2}{}^0 = 66\frac{1}{2}{}^0$. $KC = 23\frac{1}{2}{}^0 + 23\frac{1}{2}{}^0 = 47^0$, d. h. die Culminationspunkte der Sonne liegen das Jahr hindurch für den Aequatorbewohner in einem Bogen desselben, welcher von zwei, gleich weit vom Zenith entfernten Punkten begränzt und 47^0 lang ist.

2. Für den Horizont von n, den Nordpol der Erde.

Hier wohnen zwar, so viel wir wissen (nie ist er von einem Schiffer erreicht worden), keine Menschen; aber wir versetzen uns in Gedanken nach n. a und n, Aequator und Pol, bilden Gegensätze. Die Wahrheit auf entgegengesetzten Standpunkten vermittelt die Wahrheit auf Standpunkten zwischen den Extremen.

Der wahre Horizont von n ist AE, der Aequator des Himmels, N ist sein Zenith, S sein Nadir.

Die nördliche Halbkugel des Himmels ist immer über, die südliche immer unter seinem Horizonte. Alle täglichen Bewegungen der Himmelskörper geschehen parallel dem Aequator.

Sterne, die in dem Aequator stehen, verweilen also stets in dem Horizonte des Nordpols der Erde, kommen nicht herauf, gehen nicht hinab, sondern in 24 Stunden in dem Horizont um ihn herum.

Ein Stern in N bleibt stets in seinem Zenith; von dem nördlichen Polarstern gilt dieses sehr nahe.

Sterne, die zwischen dem Aequator und N stehen, bewegen sich in 24 Stunden parallel mit seinem Horizonte, weil parallel mit dem Aequator. Jeder behält beständig dieselbe Höhe. Seine Sphäre heißt die parallele. Kein Stern der südlichen Halbkugel kommt über seinen Horizont. Dem Nordpol geht also kein Fixstern auf, keiner unter. Die aufgegangenen bleiben ewig über, die andern ewig unter seinem Horizont.

Die durch die Ekliptik, die mit dem Aequator einen Winkel von $23\frac{1}{2}^{0}$ macht, sich bewegende Sonne steht, weil ein halbes Jahr nördlich vom Aequator, auch ein halbes Jahr über dem Horizonte des Nordpolbewohners, und zwar vom 21. März bis zum 23. September. An jedem Tage dieser Zeit beschreibt sie, wenn man es nicht ganz genau nimmt, einen Kreis, parallel mit seinem Horizonte, ohne unterzugehen. Aber die Sonne steigt vom 21. März täglich höher, bis sie am 21. Juni eine Höhe von $23\frac{1}{2}^{0}$ erreicht. Dann kehrt sie zum Horizonte, weil zum Aequator, zurück, den sie am 23. September wieder erreicht. Während dieses Halbjahres ging also die Sonne nicht unter. Der Tag des Nordpols dauert 6 Monate. Eben so lange seine Nacht, vom 23. September bis zum 21. März. Die Bahn, welche die Sonne während des Sommers beschreibt, ist eine gewundene, spiralförmige Linie, vom Aequator nordwärts, und wieder zurück bis zum Aequator. Die Dämmerung mindert die Dunkelheit nach dem 23. September, und vor dem 21. März.

Die Höhe, welche die Sonne am 21. Juni über dem Horizont des Nordpolbewohners erreicht, ist $AC = EL$, die Zenithentfernung an diesem Tage $= NC = NL = 90^{0} - 23\frac{1}{2}^{0} = 66\frac{1}{2}^{0}$.

Der Schatten, den ein im Nordpol senkrecht errichteter Stab innerhalb 24 Stunden wirft, beschreibt um seinen Fußpunkt einen Kreis (ganz genau?). Die Bewohner sind unschattige. Diese Eigenschaft ist mit der parallelen Sphäre verbunden.

3. Für den Horizont von B, Berlin, dessen Polhöhe $= 52\frac{1}{2}^{0}$ nördlicher Breite ist.

Eine gerade Linie, von o nach B gezogen und bis Z verlängert, bezeichnet in Z das Zenith von B.

Eine auf Bo in o errichtete Senkrechte HR stellt den wahren Horizont von B dar. $ZR = ZH = 90^{0}$.

NR ist die Polhöhe von $B = 52\frac{1}{2}^{0}$. ZN, die Zenithentfernung des Pols, ist $= ZR - NR = 90^{0} - 52\frac{1}{2}^{0} = 37\frac{1}{2}^{0}$.

HA stellt den Bogen dar, welcher die Höhe mißt, die der Aequator über HR, dem Horizont von B, erreicht. Wie groß ist HA? ZH = 90° = NA. Von beiden das gemeinschaftliche Bogenstück AZ abgezogen, bleibt ZN = AH = $37\frac{1}{2}$°, d. h. die Zenithentfernung des Pols ist = der Aequatorhöhe (versteht sich, im Meridian). Der Aequator schneidet also den Horizont von Berlin unter einem Winkel von $37\frac{1}{2}$°.

Der Bogen AZ bezeichnet die Entfernung des Aequators vom Zenith; er ist = AN — ZN = 90° — $37\frac{1}{2}$° = $52\frac{1}{2}$°, d. h. die Entfernung des Aequators vom Zenith ist = der Polhöhe.

Bogen AZ = Bogen aB in Graden; aB bezeichnet die Entfernung Berlins vom Aequator der Erde. Also ist auch die Polhöhe Berlins = seiner Entfernung vom Aequator.

Nun müssen wir aus der Figur erkennen, welches die größte, mittlere und kleinste Erhebung der Ekliptik über dem Horizont von B ist. KL stellt die Ekliptik dar.

Sie macht, wie bekannt, mit dem Aequator einen Winkel von $23\frac{1}{2}$°; AK = $23\frac{1}{2}$° = EL.

AH war = $37\frac{1}{2}$°, folglich ist KH = AH — AK = $37\frac{1}{2}$° — $23\frac{1}{2}$° = 14°. Dieses ist die kleinste Erhebung der Ekliptik über dem Horizont von B, welche am 21. December Mittags 12 Uhr stattfindet. Die Sonne steht an diesem Tage in dem Wendekreise des Steinbocks KD.

Am längsten Tage, 21. Juni, steht sie im Wendekreise des Krebses CL, und erreicht am Mittag dieses Tages ihre größte Höhe HC über dem Horizonte. HC = HA + AC = $37\frac{1}{2}$° + $23\frac{1}{2}$° = 61°.

An den Tagen der Nachtgleichen steht die Sonne im Aequator AE. Wenn sie alsdann culminirt, so hat sie die Höhe HA = $37\frac{1}{2}$°. Die größte Höhe also, welche die Sonne erreicht, ist = 61°, ihre mittlere = $37\frac{1}{2}$°, ihre kleinste = 14°. Am längsten Tage steht sie also 61° — 14° = 47° = 2mal $23\frac{1}{2}$° höher, als am kürzesten.

Ihre Zenithentfernung ist am
längsten Tage = CZ = 90° — 61° = 29°.
Am kürzesten Tage = KZ = 90° — 14° = 76°.
An den Tagen der Nachtgleichen = AZ = 90° — $37\frac{1}{2}$° = $52\frac{1}{2}$°.

Die Erhebungen der Sonne über den Horizont sind gleich ihren Senkungen unter denselben, nur in den entgegengesetzten Jahreszeiten, z. B. HC ist ihre größte Erhebung am 21. Juni, HC = RD, RD ist ihre tiefste Senkung am 21. December, Mitternachts. Mit der größten Erhebung HC ist an demselben Tage ihre geringste Senkung RL verbunden; denn die Sonne läuft am 21. Juni durch den Wendecirkel des Krebses CL. RL ist = HK = 14°, d. h.

am längsten Tage erreicht die Sonne zu Mitternacht nur eine Tiefe von 14° unter dem Horizonte. Erfahrungsmäßig dauert (wie bereits oben bemerkt) die Dämmerung so lange, bis die Sonne 18° unter dem Horizonte steht. Um die Zeit des längsten Tages hört folglich die Dämmerung während der ganzen (kurzen) Nacht nicht auf, d. h. es wird nicht ganz dunkel*).

---

*) Die folgende Betrachtung über das interessante, wichtige und heilsame Phänomen der Dämmerung (was würde aus unsern Augen werden, wenn die Nacht plötzlich mit dem Tage wechselte?) kann überschlagen werden.

In oder während welcher Zeit findet für Berlin und andre Orte immerwährende (die ganze Nacht durch dauernde) Dämmerung Statt? Welche Orte haben keine solche rc.?

Dämmerung findet Statt, so lange die Sonne nicht tiefer als 18° unter dem Horizonte steht, oder so lange ihre negative Höhe zwischen 0 und — 18° liegt. Die immerwährende Dämmerung wird also in allen den Nächten dauern, in welchen für einen Ort die untere Culmination der Sonne nicht größer ist als — 18°. Dieselbe wird mit dem Tage vor dem Sommersolstitium beginnen, an welchem die untere Culmination der Sonne — 18° beträgt, und an dem Tage nach dem Sommersolstitium wieder aufhören, an welchem die untere Culmination wieder — 18° ist. Welches ist das Datum dieses Anfanges und dieses Endes der immerwährenden Dämmerung für Berlin unter $52\frac{1}{2}$° Breite?

In den astronomischen Sonnentafeln ist für jeden Tag des Jahres die Entfernung der Sonne vom Aequator (die sogenannte Abweichung oder Declination) verzeichnet. Aus derselben kann man also für jede bekannte Declination den entsprechenden Tag des Jahres finden. Will man daher das Datum für den Anfang und das Ende der immerwährenden Dämmerung wissen, so muß man berechnen, welche Declination die Sonne am Tage des Anfangs und des Endes der immerwährenden Dämmerung hat. Diese Declination ergiebt sich so:

Entfernung des untern Culminationspunktes der Sonne vom Horizonte + Declination der Sonne + Polhöhe Berlins = 90°; folglich Declination der Sonne = 90° — (Polhöhe Berlins + Entfernung des rc.); die Polhöhe Berlins = $52\frac{1}{2}$°; Entfernung rc. = 18°; ihre Summe = $70\frac{1}{2}$°; also Declination der Sonne = 90° — $70\frac{1}{2}$° = $19\frac{1}{2}$°. Die immerwährende Dämmerung beginnt also für Berlin und hört auf bei einer Declination der Sonne von $19\frac{1}{2}$°. Die derselben entsprechenden Tage sind etwa der 18. Mai und 26. Juli. Zwischen diesen beiden Gränzpunkten ist in Berlin immerwährende Dämmerung, finden die sogenannten hellen Nächte statt.

An welchen Orten findet eine solche Statt?

An allen denen, für welche die kleinste Entfernung der unteren Culmination der Sonne vom Horizonte nicht mehr als 18° beträgt; wo sie stets mehr beträgt, da fehlt die immerwährende Dämmerung. Die kleinste Entfernung der unteren Culmination der Sonne vom Horizonte findet am Tage des Sommersolstitiums Statt, wenn die Sonne eine Declination von $23\frac{1}{2}$° hat. Wo an diesem Tage die Entfernung rc. mehr als 18° beträgt, da fehlt die immerwährende Dämmerung; wo sie gerade 18° beträgt, da hat man immerwährende Dämmerung an dem einen Tage des Sommersolstitiums. Dieses ist der Fall, wenn die Polhöhe des Ortes = 90° — (18° + $23\frac{1}{2}$°) = 90° — $41\frac{1}{2}$° = $48\frac{1}{2}$°.

Da nun die Polhöhe der geographischen Breite gleich ist, so haben alle die Orte, deren geographische Breite $\angle 48\frac{1}{2}$°, keine immerwährende Dämmerung; diejenigen aber, deren geographische Breite $> 48\frac{1}{2}$° ist, haben mehr als eine Nacht immerwährende Dämmerung; die Zahl dieser Nächte nimmt mit der geographischen Breite zu. Ungefähr 50 Tage vor und nach dem Tage der Nacht-

Da KL zur Hälfte über, zur Hälfte unter HR, dem Horizonte von B, liegt, so befindet sich die Hälfte der Ekliptik immer über dem Horizonte von B, und da die Sonne an jedem Tage, wo sie auch in der Ekliptik stehen mag, einen Kreis beschreibt, der mit dem Aequator parallel läuft, und ein Theil dieses Kreises über, ein anderer unter HR liegt, so geht die Sonne dem Orte B täglich auf und täglich unter.

Suchen wir an der Figur zu erkennen, wie groß die Bogen sind, die sie in den verschiedenen Jahreszeiten über und unter dem Horizonte von B beschreibt.

Am 21. März und 23. September steht die Sonne im Aequator, d. h. in einem der Punkte, in welchem Ekliptik und Aequator einander durchschneiden. An diesen Tagen läuft sie im Aequator, der zur Hälfte über, zur Hälfte unter dem Horizonte von B liegt. Die Hälfte des Bogens oder der 180°, den sie an den genannten Tagen über dem Horizonte beschreibt, wird durch oA dargestellt = 90°, und die Hälfte des Bogens, den sie an denselben Tagen unter dem Horizonte beschreibt, durch oE = 90°.

Am kürzesten Tage steht die Sonne im Wendekreise des Steinbocks, und sie bewegt sich an diesem Tage in 24 Stunden scheinbar durch den Steinbock KD. Von demselben fällt Kp über, Dp unter

---

gleichen hat die Sonne eine Abweichung von 18°; folglich ist auf dem Pole die Tiefe der Sonne unter dem Horizonte in 2mal 50 = 100 Tagen kleiner als 18°, d. h. die Nacht von 6 Monaten wird durch die Dämmerung um ungefähr 100 Tage verkürzt.

Die Gegenden des Aequators haben 4348 Stunden Tag, 852 Stunden Dämmerung, 3446 Stunden Sternenacht; die Polargegend hat einen 4389 Stunden langen Sonnenschein, 2370 Stunden Dämmerung und nur 1887 Stunden nächtliches Dunkel oder Sternenlicht.

Die Stärke der Helligkeit ist unter verschiedenen Breitengraden verschieden. Dieser Unterschied rührt von der verschiedenen Mittagshöhe der Sonne und von der mit mehr oder weniger mit Dünsten gefüllten Atmosphäre her. Nur in der Nähe des Aequators ist der Mittag (der Tag) so hell, wie er auf der Erde sein kann; in den Polargegenden kann derselbe, selbst am Mittage des höchsten Sonnenstandes, niemals diesen Grad der Helligkeit erreichen.

Noch ist zu bemerken, daß beim Sonnenaufgang sich oft ein farbiger Schimmer am westlichen, beim Sonnenuntergang ein solcher am östlichen Himmel zu zeigen pflegt, die sogenannte Gegendämmerung. Dieselbe rührt von Lichtstrahlen her, welche die Oberfläche der Erde berühren (tangiren) und in den Schatten der Erde hineingebogen werden (Inflexion des Lichts).

Anmerk. Ausführlicher, mit lehrreichen Winken verschiedener Art und übersichtlich in Tabellen dargestellt, findet man den eben besprochenen Gegenstand in der in vieler Hinsicht wegen ihres reichen Inhaltes empfehlenswerthen Schrift: „Urania, Lehrbuch des Wissenswürdigsten aus der Himmelskunde und mathematischen Geographie" ꝛc., von Dr. J. Hartmann, Lehrer am Gymnasium zu Marburg. Leipzig 1844, Einhorn, 2te Aufl. (1 Thlr.)

den Horizont. pK stellt die Hälfte des Bogens dar, den die Sonne über, pD die Hälfte des Bogens, den sie unter dem Horizonte beschreibt.

Am längsten Tage erreicht die Sonne den Wendekreis des Krebses CL. qC ist dann die Hälfte des Bogens, den sie über, qL die Hälfte des Bogens, den sie unter dem Horizont beschreibt.

Die Tagbogen der Sonne betragen über dem Berliner Horizonte am 21. März, 21. Juni, 23. September und 21. December nach einander 180°, 248°, 180°, 112°, wie bereits oben angegeben worden. Die Nachtbogen ergänzen die Tagbogen zu 360°.

Da die Sonne das Jahr hindurch in K und C und zwischen K und C, in dem Bogen KC culminirt, und alle Punkte dieses Bogens südlich von dem Zenith Z liegen, so fällt dann der Schatten eines in B auf dem Horizonte senkrecht errichteten Stabes stets gegen Norden, in die Mittagslinie. In B wohnen also einschattige Menschen.

Da die tägliche Bewegung der Sonne, des Mondes und aller Sterne parallel mit dem Aequator geschieht, und dieser eine schiefe Lage gegen den Horizont von B hat (37½°), so gehen alle Himmelskörper dem Horizont von B schief auf, alle Bogen und Kreise, in denen die Himmelskörper zu laufen scheinen, haben eine schiefe Lage gegen den Horizont von B. Daher heißt die über B liegende und über seinem Horizonte sich fortbewegende Sphäre die schiefe Sphäre.

---

1) Ehe weiter gegangen wird, bedarf es zur Befestigung der gefundenen Wahrheiten in Bezug auf die Horizonte an verschiedenen Punkten der Erde, von deren deutlichster Erkennung die sichere Auffassung der Verhältnisse in den verschiedenen Zonen abhängt, einiger Uebungen.

Man begiebt sich an eine freie Stelle auf dem Horizonte, läßt denselben zuerst den Horizont des Aequator=, dann des Polbewohners, endlich den des eigenen Wohnortes vorstellen. Die Schüler müssen, mit einem Stabe in der Hand, die Hauptpunkte und die Bewegungen zeigen, wie sie sich über den drei verschiedenen Horizonten ereignen. Wir deuten den Gang durch einige Fragen und Aufgaben an.

Denket euch, der vor euern Augen liegende Horizont sei der Horizont eines Punktes auf dem Aequator! Zeiget nun den Ort, wo alsdann der Nordpol, wo der Südpol des Himmels gesehen wird! die Lage des Aequators! des Scheitelpunkts! der Wendekreise! den Auf= und Untergangspunkt der Sonne am 21. März, 21. Juni, 23. September, 21. December! die Bogen, die sie an diesen Tagen über dem Horizonte beschreibt! die Winkel, unter welchen sie auf= und untergeht! den Abstand ihrer Culminationspunkte vom Zenith an

den genannten Tagen! die Bogen, in welchen die Culminationspunkte während des Frühlings, des Sommers, des Herbstes, des Winters liegen! die Richtung des Schattens eines senkrecht errichteten Stabes oder des eignen Körpers Mittags 12 Uhr am 21. März, 21. Juni, 23. September, 21. December! die Richtung des Schattens des Stabes an diesen Tagen früh um 6 und Abends um 6 Uhr! die Bewegung der Sterne! den täglichen Lauf der Zeichen des Widders und der Wage! des Krebses und des Steinbocks! die Lage der Ekliptik über dem Horizonte an den Tagen des Anfangs der Jahreszeiten Morgens 6, Mittags 12, Abends 6, Mitternachts 12 Uhr! die senkrechte Sphäre!

Horizont des Nordpolbewohners! Es wird gezeigt: der Ort des Nord- und Südpols; die Lage des Aequators; des Scheitelpunktes; der Wendecirkel; die Bewegung der Sonne am 21. März und 21. September, vom 21. März an bis zum 21. Juni, vom 21. Juni bis 23. September und von da an weiter! der Abstand der Sonne vom Zenith an diesen Tagen; die Bewegung des Schattens eines senkrecht auf dem Horizonte errichteten Stabes! die Bewegung der Sterne; die Bewegung der über dem Horizonte liegenden Zeichen des Thierkreises! die parallele Sphäre!

(Achtung gegeben! Zeiget mir an dem Horizonte des Nordpolbewohners die Cardinalpunkte, den Ost-, West-, Süd- und Nordpunkt! die Weltgegenden!!)

Horizont von Berlin. Zeiget den Horizont — die Cardinalpunkte desselben — die Weltgegenden — das Zenith — den Meridian — den Ort des Nord- und Südpols — die Lage des Aequators, der Wendecirkel — die Auf- und Untergangspunkte der Sonne am 21. März, 21. Juni, 23. September, 21. December — die Winkel, unter welchen sie aufgeht — die Bogen, die sie an diesen Tagen über dem Horizonte beschreibt — die Culminationspunkte an denselben — deren Abstände vom Südpunkte, vom Zenith — die Polhöhe, die Zenithentfernung des Nordpols — die Aequatorhöhe — dessen Entfernung vom Zenith — einen oder mehrere Bogen, die $52\frac{1}{2}^0$ groß sind — andre, die $37\frac{1}{2}^0$ groß sind — einen Bogen von 14^0, $23\frac{1}{2}^0$, 61^0, 90^0 — die Lage des Schattens eines senkrecht auf den Horizont errichteten Stabes Mittags 12 Uhr — die schiefe Sphäre — die Bewegung der Sterne — den Ort der scheinbar am schnellsten und am langsamsten sich in 24 Stunden um die Erde drehenden Sterne — den Raum, wo die nicht untergehenden (Circumpolar-) Sterne stehen — den Raum, wo die nicht aufgehenden zu finden sind — den Raum, wo die auf- und untergehenden sich befinden u. s. w.

2) Vergleichung der Erscheinungen über den drei Horizonten.

Folgende und ähnliche Fragen sind zu beantworten:

Welches ist die Lage des Aequators gegen jeden der 3 Horizonte? die Stellung des Nord- und Südpols des Himmels gegen jeden? die Entfernung des Zeniths vom Nord- und Südpol? die Lage der Wende-

cirkel? deren Entfernung vom Zenith und von den Horizonten? die Winkel, unter welchen Sonne, Mond und Sterne aufgehen? die Sphären? die Schatten? die Länge der Tage und Nächte? die Lage der Ekliptik? die Zahl (!) der auf- und untergehenden Sterne? u. s w.

3) Zeichnungen! Die Schüler nehmen ihre Tafeln und Griffel zur Hand und stellen Folgendes durch Zeichnungen dar! Von einem oder mehreren geschieht es an der Schultafel.

Zeichnet:

a) die Bewegung der Gestirne auf der östlichen Seite des Meridians für den Horizont des Aequators, des Nordpols, Berlins.

Siehe Fig. 10., 11. und 4.

In Fig. 10 bedeutet SN den Horizont des Aequatorbewohners, S den Süd-, N den Nordpol; AE ist der Aequator, KR der Wendekreis des Krebses, ST der Wendekreis des Steinbocks; beide durchschneiden den Horizont senkrecht.

In Fig. 11. stellt AE den Aequator und den Horizont des Polbewohners vor. N ist der Nordpol des Himmels. Um denselben geschehen in Kreisen, parallel mit AE, die Bewegungen der Gestirne. WK ist der Wendekreis des Krebses.

Fig. 4. repräsentirt die Bewegungen für einen Ort in mittleren Breiten, z. B. für Berlin.

b) Die scheinbare Bewegung der Sonne in den 4 Jahreszeiten für die drei wahren Horizonte, von einem Punkte aus, senkrecht über dem Zenith eines jeden, gesehen.

Fig. 12., 13., 14.

Fig. 12. für den Horizont des Aequatorbewohners.

SZN stellt den Meridian dar, OW den Aequator, KR den Wendekreis des Krebses, BC den des Steinbocks. Vom 21. März an bis zum 21. Juni bewegt sich die Sonne täglich zwischen OW und KR, vom 21. Juni an rückwärts von KR nach OW u. s. w. $OK = 23\frac{1}{2}^0$.

Fig. 13. für den Horizont des Nordpolbewohners.

N ist der Nordpol, der äußere Kreis der Aequator. Ueber denselben kommt die Sonne am 21. März herauf und beschreibt über demselben eine Spirallinie, bis sie am 21. Juni den höchsten Stand erreicht und den nördlichen Wendekreis, in der Figur den kleinsten Kreis, beschreibt. Dann kehrt sie in einer Spirallinie zurück, bis sie nach dem 23. September unter dem Aequator = Horizont verschwindet, um ihn nach einem halben Jahr, am 21. März, wieder zu erreichen.

Fig. 14. für den Horizont Berlins.

SZN ist der Meridian, Z das Zenith, P der Nordpol, OW der Aequator, KR der nördliche, BC der südliche Wendekreis. Bogen $Sa = 37\frac{1}{2}^0$, $Sb = 14^0$, $Sc = 61^0$. Die Aufgangspunkte der Sonne liegen im Sommerhalbjahre zwischen O und K, im Winterhalbjahre zwischen O und B. OK ist, weil der Horizont den Aequator schief durchschneidet, $> 23\frac{1}{2}^0$, nämlich 41^0 groß.

Sollten die täglichen Bewegungen der Sterne, namentlich der um

den Nordpol P herumstehenden, in der Figur dargestellt werden, so müßte es durch kleinere und größere Kreise geschehen, deren gemeinsamer Mittelpunkt P ist. Zwischen P und N stehen diejenigen, welche nicht untergehen.

4. Weitere Folgerungen.

Wir entwerfen Fig. 15.

Der kleinere Kreis stelle die Erd-, der größere die Himmelskugel vor; NS die Himmels-, ns die Erdachse; AE den Himmels-, ae den Erdäquator; BK die Ekliptik; WK den nördlichen Wendekreis des Himmels, wk den der Erde; BO den südlichen Wendekreis des Himmels, bo den der Erde. Wir denken uns auf der Ebene der Ekliptik BK im Mittelpunkt der Erde x ein Loth errichtet bis zum Himmel, LP, an der Himmelskugel die Kreise PG und LH, auf der Erdkugel die entsprechenden pg und lh gezogen. Besinnen wir uns, was durch die Figur noch ausgedrückt wird!

1. $PK = 90^0$, $NE = 90^0$, folglich $NP = EK = 23\frac{1}{2}^0$. Ebenso ist $LS = 23\frac{1}{2}^0$. P und L sind die Pole der Ekliptik. Die Pole der Ekliptik sind folglich $23\frac{1}{2}^0$ vom Nord- und Südpol des Himmels, den Polen des Aequators und aller mit ihm parallel gezogenen Kreise, entfernt. Die Punkte P und L beschreiben bei dem täglichen Umschwung des Himmels die Kreise PG und LH, welche Polarcirkel oder Polarkreise des Himmels genannt werden. Ihnen entsprechen die Polarkreise pg und lh der Erde, die also auch $23\frac{1}{2}^0$ von dem nächsten Pol der Erde entfernt sind.

Der Aequator der Erde liegt in der Ebene des Aequators des Himmels, dieser ist die Erweiterung von jenem. Aber die Wendekreise der Erde fallen nicht (wie Anfänger oft meinen) mit den Wendekreisen des Himmels zusammen, jene liegen mit diesen nicht in derselben Ebene, sondern beide liegen auf dem Mantel eines Kegels, dessen Spitze sich in dem Mittelpunkte der Erde befindet; eine gerade Linie, aus dem Erdmittelpunkte nach einem Punkte eines Erdwendekreises gezogen, trifft verlängert einen Punkt des entsprechenden Himmelswendekreises, der letztere liegt im Zenith des ersteren. Dasselbe gilt auch von den Polarkreisen der Erde und des Himmels.

xk liegt in der geraden Linie xK, xw in xW, xp in xP u. s. w. Der Punkt k liegt senkrecht unter K, oder K ist Zenith für k, P für p u. s. w. Die Zenithe der Orte der Erde, welche auf dem nördlichen Wendekreise der Erde liegen, finden sich in dem nördlichen Wendekreise des Himmels; ebenso liegen die Orte auf pg senkrecht unter entsprechenden von PG u. s. w.

Unter Parallelkreisen des Himmels und der Erde versteht man Kreise, welche mit dem Aequator parallel gezogen sind. Durch jeden Punkt der Oberfläche des Himmels und der Erde kann man einen solchen Parallelkreis gezogen denken. Die Wende- und Polarkreise sind die Haupt-Parallelkreise. Die des Himmels theilen die Oberfläche des Himmelsgewölbes, die der Erde die Oberfläche der Erde in fünf Theile, Zonen genannt. Die fünf Erdzonen sind: die Zone zwischen den Wendekreisen, auf beiden Seiten des Aequators, 47° breit, die heiße Zone, in welcher die sogenannten tropischen Gegenden liegen; die zwei Zonen zwischen den Polen und dem ihnen zunächst liegenden Polarkreise, die kalten Zonen, innerhalb welcher die Polargegenden liegen, die nördliche (nicht nördlich) kalte Zone, die südliche (nicht südlich — warum nicht?) kalte Zone, deren Gränzen von ihrem Pole $23\frac{1}{2}$° entfernt sind; die zwei Zonen zwischen den Wendekreisen und dem ihnen zunächst liegenden Polarkreise, die nördliche gemäßigte und die südliche gemäßigte Zone, in welchen die gemäßigten Gegenden liegen. Jede ist 43° breit. Man rechnet wohl auch 6 Zonen, indem man die heiße für zwei rechnet, die nördliche heiße, die südliche heiße Zone. Alsdann liegen auf der nördlichen Erdhalbkugel die 3 Zonen: die nördliche heiße, die nördliche gemäßigte, die nördliche kalte; auf der südlichen Halbkugel: die südliche heiße, die südliche gemäßigte, die südliche kalte Zone.

Warum sie so heißen, lehrt ein Blick auf die Figur. Erfahrungsmäßig hängt, unter übrigens gleichen Umständen, die Wärme des Erdbodens und der Luft, die Temperatur und das Klima, davon ab, ob die Sonnenstrahlen den Erdboden senkrecht oder schief, mehr oder weniger schief treffen. Je mehr der Sonnenstrahl eine Richtung hat, die sich der lothrechten nähert, desto mehr; je weniger, desto weniger Wärme entwickelt sich im Erdboden und in der Luft.

Diejenigen Gegenden, welche den senkrechten Sonnenstrahl empfangen, liegen zwischen den Wendekreisen. Orten, welche auf den Wendekreisen liegen, erscheint die Sonne einmal im Jahre im Scheitelpunkt; Orte, welche zwischen ihnen liegen, trifft der Sonnenstrahl zweimal des Jahres senkrecht.

Alle andern Orte der Erdoberfläche werden von den Sonnenstrahlen nur schief getroffen, je weiter von dem Aequator entfernt, desto schiefer; am schiefsten die Pole. Die Bewohner des Aequators sehen die Sonne zu Mittag zweimal des Jahres, am 21. März und am 23. September, im Scheitelpunkte, während des Sommerhalbjahres der nördlichen Halbkugel, zwischen den eben genannten Tagen, nördlich vom Scheitelpunkte, während des Winterhalbjahres

der nördlichen Halbkugel oder des Sommerhalbjahres der südlichen südlich vom Scheitelpunkte. Den Bewohnern der nördlichen gemäßigten Zone steht die Sonne, wenn sie culminirt, immer gegen Süden, denen der südlichen gemäßigten Zone stets gegen Norden. Den (möglichen) Bewohnern des Nordpols steht die Sonne immer, nicht bloß des Mittags (wann ist es daselbst Mittag?), gegen Süden, denen des Südpols gegen Norden.

Auf dem Aequator sind die Tage und Nächte das ganze Jahr hindurch gleich lang, immer 12 Stunden lang. Dieses zeigt ein Blick auf die Figur. NS ist z. B. der Horizont für den Ort a. Da die Himmelskugel sich alle 24 Stunden um die Erdkugel herumschwingt und die Sonne täglich einen Kreis beschreibt, der mit dem Aequator parallel läuft, die Hälfte aller Parallelkreise über NS, die andre Hälfte derselben aber unter NS liegt, so verweilet die Sonne eben so lange über als unter dem Horizonte, d. h. Tag und Nacht dauern stets 12 Stunden.

Nicht so verhält es sich z. B. mit dem Orte k. An seinem längsten Tage beschreibt die Sonne den Kreis KW, an seinem kürzesten BO. PL stellt seinen Horizont dar. An jenem liegt rK, mehr als die Hälfte von KW, an diesem liegt mO, weniger als die Hälfte von BO, über seinem Horizonte. Die Figur zeigt deutlich, wie mit der Entfernung von E nach K zu die Tage zunehmen, mit der Entfernung von E nach O abnehmen.

Je weiter ein Ort vom Aequator entfernt ist, desto mehr nimmt der Unterschied in der Länge der Tage und Nächte zu. Wir wissen schon, daß auf den Polen ein Tag herrscht, der 6 Monate dauert. Die Figur zeigt es.

Die Sonne erleuchtet in jedem Augenblick die Hälfte der Oberfläche der Erdkugel, die ihr zugekehrte Hälfte. Steht sie in K, so bescheint sie den Raum lkp, und so lange sie nördlich von AE steht, scheint sie über n hinaus. n hat also 6 Monate Tag, und die Sonne scheint, wenn sie im nördlichen Wendekreise steht, über n hinaus bis nach p. Ein Ort, der auf dem nördlichen Polarkreise liegt, hat dann einen Tag von 24 Stunden; ein Ort, der innerhalb des nördlichen Polarkreises liegt, hat einen Tag (wenn man so sagen kann) von mehr als 24 Stunden Länge: 1, 2, 3, 4, 5, 6 Monate lang.

Allen Orten dagegen, welche zwischen den beiden Polarkreisen liegen, geht die Sonne alle 24 Stunden auf und unter; je näher ein Ort einem Polarkreise liegt, desto größer ist der Unterschied zwischen der Länge der Tage und Nächte. In Berlin dauert der längste Tag, am 21. Juni, beinahe 17 Stunden (16 Stunden 45 Minuten);

die Sonne geht folglich nach 3 Uhr Morgens auf, gegen 9 Uhr Abends unter. Der kürzeste Tag dauert etwas mehr als 7 Stunden. Die Sonne geht folglich am 21. December nach 8 Uhr Morgens auf, vor 4 Uhr Abends unter.

Einer der bisherigen Betrachtungen liegt eine Wahrheit zu Grunde, die noch besonders hervorgehoben zu werden verdient. Wenn ein Mensch auf dem Erdäquator, z. B. in a steht, so ist NS sein wahrer Horizont, er sieht die Pole im Horizonte. Er ist 0° vom Aequator entfernt, und die Pole erheben sich 0° über seinen wahren Horizont.

Steht dagegen ein Mensch in n im Nordpol, wo er 90° vom Aequator entfernt ist, so ist der Pol N auch 90° über seinem wahren Horizonte AE erhaben. Die Entfernung eines Ortes vom Aequator, in Graden des Meridians ausgedrückt, nennt man die geographische Breite. Auf dem Aequator und den Polen ist also die geographische Breite der Erhebung des Pols über dem Horizont gleich. Sehen wir zu, ob der Satz: die geographische Breite ist gleich der Polhöhe — allgemein, d. h. für jeden Punkt auf der Erdoberfläche gilt! Entfernen wir uns von a aus einen Meridiangrad nordwärts, so ist SN unser Horizont nicht mehr, sondern derselbe liegt, da wir uns einen Grad von a nordwärts entfernt haben, auch einen Grad tiefer als N. Setzen wir diese Entfernung vom Aequator nordwärts fort, so senkt sich der Horizont unsers jedesmaligen Standpunktes so tief unter N, als man sich von a entfernt hat. Sind wir bis w gekommen, so ist GH der Horizont; aw ist $= 23\frac{1}{2}°$ und GN auch $= 23\frac{1}{2}°$. Kommen wir in p an, so ist BK der wahre Horizont. Unsere Entfernung vom Aequator, ap, ist $= 66\frac{1}{2}°$, und die Erhebung des Pols N über dem Horizont, d. h. NK, ist $= 66\frac{1}{2}°$. So erkennen wir die allgemeine Wahrheit des wichtigen Satzes, daß die Polhöhe eines Ortes seiner geographischen Breite gleich ist.

$$\left.\begin{array}{r}\text{Bogen } na\\ np+pa\end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{l}90^\circ\\ pk\\ np+nk\end{array}\right.$$

$$pa = \left\{\begin{array}{l} nk\\ NK.\end{array}\right.$$

Oder:

$$\left.\begin{array}{r} nxa\\ nxp+pxa\end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{l} R\\ pxk\\ nxp+nxk\end{array}\right.$$

$$nxp = nxp$$

$$pxa = nxk$$

Es giebt eine doppelte geographische Breite, eine **nördliche** und eine **südliche**. Die größte geographische Breite haben die Pole, = 90°. Die Bewohner der Wendecirkel haben gleiche, nur entgegengesetzte geographische Breite u. s. w.

Daß die geographische Breite eines Ortes seiner Polhöhe gleich ist, giebt ein sehr einfaches Mittel an die Hand, die Entfernung eines Ortes vom Aequator zu messen, eine Aufgabe, deren Lösung nicht bloß für die Entwerfung der Landkarten, sondern für ein Schiff auf dem Ocean von größter Wichtigkeit ist. Man braucht nur die Erhebung des Pols über dem Horizont des Ortes zu messen, d. h. für p z. B. den Bogen NK. Wie findet man diesen?

Nichts wäre leichter als dieses, wenn man den Ort des Pols genau wüßte, wenn z. B. ein Stern genau in demselben stände. Da dieses nicht der Fall ist, so hilft man sich auf diese Weise:

Man wählt sich einen nicht untergehenden Stern (einen Circumpolarstern), beobachtet ihn in dem Augenblick, wo er in den Meridian tritt, z. B. (Fig. 4.) in K, und mißt seine Höhe CK, z. B. = 64°.

Man weiß, daß derselbe Stern nach 12 Stunden abermals culminirt, auf der andern Seite von dem Nordpol N, in P. Man mißt wiederum seine Höhe CP, z. B. = 78°. Alsdann

ist $\left.\begin{array}{l} CP - CK \\ PK \end{array}\right\} = 78^\circ - 64^\circ = 14^\circ$; folglich

$\frac{PK}{2} = NK = \frac{14^\circ}{2} = 7^\circ$. Also des Ortes E Polhöhe

$NC = CK + KN = 64^\circ + 7^\circ = 71^\circ$. Oder

$CN = CP - NP = 78^\circ - 7^\circ = 71^\circ$. (Zusammengefaßt und wiederholt!)

Diese Methode setzt eine Nacht voraus, in der man nicht nur die Sterne sehen, sondern sie auch 2mal den Meridian passiren sehen kann, d. h. eine helle Winternacht. Es giebt noch andere Weisen, die Polhöhe eines Ortes und dadurch seine Entfernung vom Aequator zu finden; aber das Bisherige reicht hier für uns hin.

Da alle Orte, welche auf demselben Parallelkreise liegen, gleiche Entfernung vom Aequator, folglich auch gleiche Polhöhe haben, so findet man durch die Polhöhe eines Ortes nichts mehr, als den Parallelkreis, auf welchem der Ort liegt. Seine **bestimmte Stelle** auf der Erdoberfläche weiß man also dadurch noch nicht. Um diese zu wissen, muß noch etwas Anderes hinzukommen, was uns die Folge lehren wird.

Zusatz. Ueber die 30 (astronomischen oder geographischen, nicht physischen)*) Klimate auf jeder Halbkugel.

Auf dem Aequator dauert jeder Tag des Jahres 12 Stunden, auf den Polen dauert der eine Tag des Jahres 6 Monate, auf den Polarkreisen dauert der längste 24 Stunden. Diese 3 Gegenden sind in Betreff der Klimate die Cardinal-Gegenden.

Entfernt man sich nord- oder südwärts vom Aequator, so kommt man bald an einen Ort, wo der längste Tag 12½ Stunden dauert. Legt man durch ihn einen Parallelkreis mit dem Aequator, so liegt zwischen beiden eine kleine Zone, welche das erste (geographische) Klima bildet. Das 2te Klima, nord- und südwärts, liegt zwischen Parallelkreisen, auf welchen der Unterschied der längsten Tage wieder ½ Stunde beträgt. Da nun die Unterschiede der Tage auf dem Aequator und den Polarkreisen 12 Stunden oder 24 halbe Stunden betragen, so erhält man auf diese Weise von dem Aequator bis zu den Polarkreisen 24 Klimate. Von da an läßt man die Tage jedesmal um einen ganzen Monat steigen, bis zu den Polen, wo der Tag 6 Monate dauert. Dieses giebt im Ganzen für jede Halbkugel $24+6=30$ Klimate.

Folgende Zusammenstellung über die Länge der längsten Tage (und Nächte), unter verschiedenen Breitengraden, erleichtert die Uebersicht:

Längster Tag.	Geogr. Breite.	Längster Tag.	Geogr. Breite.
12 Stunden	: 0° 0′	18½ Stunden	: 60° 0′
12½ "	: 8° 34′	19 "	: 61° 19′
13 "	: 16° 44′	19½ "	: 62° 26′
13½ "	: 24° 12′	20 "	: 63° 23′
14 "	: 30° 49′	20½ "	: 64° 11′
14½ "	: 36° 32′	21 "	: 64° 50′
15 "	: 41° 24′	21½ "	: 65° 23′
15½ "	: 45° 33′	22 "	: 65° 57′
16 "	: 49° 3′	22½ "	: 66° 8′
16½ "	: 52° 0′	23 "	: 66° 22′
17 "	: 54° 31′	23½ "	: 66° 30′
17½ "	: 56° 39′	24 "	: 66° 32½′
18 "	: 58° 28′	30 Tage	: 67° 19′

*) Das physische Klima eines Ortes hängt noch von anderen Umständen ab, als von der geographischen Breite (und Länge), auch von der Erhöhung des Bodens über der Meeresfläche, der Bodenbeschaffenheit, der Umgebung u. s. w. Deshalb nehmen die Verfasser der physikalischen Geographie oft mehr oder weniger (physikalische) Zonen und Klimate an, als die Verfasser der mathematischen Geographie.

Längster Tag.	Geogr. Breite.	Längster Tag.	Geogr. Breite.
60 Tage	: 69° 34′	150 Tage	: 82° 55′
90 „	: 73° 5′	180 „	: 88° 38′
120 „	: 77° 38′	6 Monate	: 90° 0′.

Der Fortschritt in den Tageslängen ist von 12 bis 24 Stunden immer zu $\frac{1}{2}$ Stunde, also gleich, angenommen. Der Fortschritt der geographischen Breite ist dagegen nicht gleich. Zu Anfang beträgt er im Durchschnitt, d. h. ganzen Zahlen, 8°, dann 6°, 5°, 4°, 3°, 2°, 1°, dann nur Minuten, nimmt also bis zu den Polarkreisen fortwährend ab. Nehmen wir den Fortschritt der Tage dann zu 30 an, so ist der damit verbundene Fortschritt der Breiten: 1°, 2°, 4°, 5°, 6°, nimmt also zu.

Die Länge der längsten Tage ist im Allgemeinen der Länge der längsten Nächte gleich, aber nicht genau. Vielmehr wird die Länge der Tage durch zwei Umstände erhöht, weshalb es an einem und demselben Orte in Summa mehr als $\frac{1}{2}$ Jahr Tag (hell) ist. Die Sonne ist kein leuchtender Punkt, sondern ihre Scheibe hat im Mittel einen scheinbaren Durchmesser von 32′, ihr Mittelpunkt steht daher 16′ unter dem Horizont, wenn der obere Rand auf- oder untergeht. Darum wächst jede Tageslänge um so viel Zeit, als ein Punkt Zeit gebraucht, um von 0° Höhe bis zu — 16′ zu sinken.

Dazu kommt noch die Strahlenbrechung (Refraction), welche einen leuchtenden Punkt am Horizonte im Durchschnitt scheinbar um 36′*) erhöht. 16′ + 36′ = 52′. Die Zeit, welche die Sonne gebraucht, um diese 52′ zu durchlaufen, ist in verschiedenen Breiten verschieden, auf dem Aequator am kleinsten, nämlich $3\frac{1}{2}$ Zeitminuten, auf den Polen dagegen 53 Stunden, etwa $2\frac{1}{4}$ Tag, woher es kommt, daß man auf den Polen einen Theil der Sonne ungefähr 5 Tage (5 mal 24 Stunden) länger sieht, als sonst der Fall sein würde. Wieder ein Umstand, welcher die lange Polarnacht verkürzt. Er, in Verbindung mit der Dämmerung (s. oben!), bewirkt es, daß die Polarnacht nicht länger dauert als 76 oder 77 unserer Tage. Auch bewirkt die Refraction den merkwürdigen Umstand, daß man auf dem Nord- und Südpol zu gleicher Zeit über den Horizonten (welche beide mit dem Aequator zusammenfallen) die Sonne erblicken kann.

Aufgaben: 1) Machet auf einem Kreise, welcher einen Meridian vorstellt, die 30 Klimate einer jeden Halbkugel sichtbar! 2) Stellet den Aequator durch einen Kreis dar, und zeichnet in denselben durch concentrische Kreise die 30 Klimate der nördlichen Halbkugel!

Fragen. Wo liegt der Ort auf der Erde, dessen längster Tag 12 Stunden dauert? 24 Stunden? 6 Monate? In welcher von den

*) Nach Andern 34′. Die Refraction ist aber nicht immer dieselbe, sondern wegen Verschiedenheit der Luft bald größer bald kleiner. (Siehe später!)

5 Hauptzonen liegen die Orte, deren längster Tag 18 bis 23 Stunden dauert? Wo liegen die Orte, deren längste Nacht 12 Stunden dauert? 24 Stunden? 6 Monate? In welchen Zonen liegen die Orte, die eine mehrmonatliche Nacht haben? In welcher Gegend liegen die Orte, welche den allerkürzesten Tag haben? die allerkürzeste Nacht? Wie viel Stunden scheint jedem Orte auf der Erde, wenn man alle Stunden des Tageslichtes während des ganzen Jahres zusammenzählt, die Sonne? Kommt dabei ein Ort zu kurz?

Welche Orte haben 4, welche nur eine Weltgegend? Wehen an allen Orten auf der Erde Ost-, West-, Süd- und Nordwinde? Wo wehen nur Nord-, wo nur Südwinde? Welche Polhöhe haben die, die nur eine Weltgegend haben? Wie verhalten sich die Polhöhen zweier Orte, die genau ost- und westwärts von einander liegen? Wie groß ist der Unterschied der geographischen Breiten zweier Orte, die auf derselben Halbkugel genau nord- und südwärts von einander liegen?

Kann jeder nicht untergehende Stern zur Bestimmung der Polhöhe eines Ortes genommen werden, wenn man sich der oben angegebenen Methode bedienen will? Oder muß der Stern innerhalb eines gewissen Raumes stehen, und wo?

Haben die 30 geographischen Klimate gleiche Breite? Warum ist das physische Klima vom geographischen oft sehr verschieden? Im wie vielsten geographischen Klima liegt Berlin, wo der längste Tag 16 Stunden 45 Minuten dauert?

3. Die Größe der Erde.

Unter der Größe der Erdkugel kann man nur ihre Ausdehnung, d. h. den Raum verstehen, welchen sie einnimmt. Eine Kugel ist ein Körper. Ein Körper hat drei Ausdehnungen, die gewöhnlich Länge, Breite und Dicke oder Höhe genannt werden. Da nun eine Kugel als Körper auch diese drei Ausdehnungen hat, so fragt sich, welche derselben an ihr die Länge, welche die Breite, welche die Dicke heißt. Das Letztere ist am deutlichsten; unter der Dicke versteht man die Größe eines Durchmessers. Dieser ist eine gerade Linie, eine Linie hat nur Länge; folglich könnte man die Dicke auch Länge nennen. Kurz, die Ausdrücke Länge, Breite und Dicke passen nicht recht auf die Kugel, obgleich man, wenn man im Mittelpunkte drei gerade Linien, nämlich Durchmesser, senkrecht auf einander errichtet, die eine die Länge, die zweite die Breite, die dritte die Dicke nennen kann. Alle drei sind an Länge der Ausdehnung einander gleich. Die Größe des Durch- oder Halbmessers bestimmt die Größe der Kugel. Diese wird noch auf zwei andere Weisen bestimmt oder gemessen: nach der Größe ihrer Oberfläche und nach der Größe des Raumes (Cubikinhaltes), den sie einnimmt.

Unter der Größe einer Kugel kann man daher die Länge des Halb- oder Durchmessers, die Größe der Oberfläche (den Oberflächen-Inhalt) und die Größe des Würfelinhaltes verstehen.

Die meisten der jungen Leser wissen schon, daß die eine dieser drei Größen die beiden andern bestimmt. Aus der einen kann man die beiden andern durch eine leichte Rechnung finden. Will man daher die Größe einer Kugel, d. h. Länge des Halb- oder Durchmessers, Oberflächen- und Cubikinhalt derselben, wissen, so braucht man nur eine dieser Größen zu suchen.

Es kommt nun darauf an, welche von ihnen wir unmittelbar von der Erdkugel finden können.

Den Cubikinhalt würden wir haben, wenn wir wüßten, wie oft ein bekannter Cubus oder Würfel, z. B. eine Cubikruthe, Cubikmeile, in ihr enthalten sei. Der Oberflächen-Inhalt wäre bekannt, wenn wir wüßten, wie viele Quadratruthen oder Quadratmeilen sich aus der Oberfläche herausschneiden ließen. Und die Länge des Halbmessers wäre bekannt, wenn wir sie nach Längenruthen oder Meilen bestimmen könnten.

Die Erdkugel in Cubikmeilen zu zerlegen, oder die gerade Linie von der Oberfläche, auf der wir uns befinden, bis zum Centrum der Erde zu messen — wir brauchen es nur zu überlegen, um die Unmöglichkeit von Beidem einzusehen. Es bleibt also nur der Gedanke an die Bestimmung der Ausdehnung der Oberfläche übrig. Aber wie dieses vollziehen, nicht nur wegen der großen Ausdehnung der Oberfläche, ihrer Höhen und Tiefen, sondern wegen der großen Meeresflächen? Auch dieses müssen wir für unmöglich erklären.

Da fällt uns aber noch zum Glücke ein, daß eine Kugel auch einen Umfang hat, der durch die Länge der Peripherie eines größten Kreises, d. h. eines solchen, dessen Halbmesser der Radius der Kugel ist, gemessen wird. Wie wäre es, wenn wir diesen Umfang messen könnten? Z. B. den Umfang des Aequators oder eines Meridians?

Ja, wenn wir nur einen Theil eines solchen größten Kreises messen könnten, und wüßten, der wie vielste Theil er von dem ganzen Umfang wäre! Dann wäre die Aufgabe gelöset; denn der Umfang bestimmt die Länge des Durchmessers, und mit ihm hat man alles Uebrige.

Erinnern wir uns zu dem Ende, daß wenn wir uns in der Richtung eines Meridians nordwärts bewegen, ein Stern sich gerade um eben so viel Grade mehr am Himmel über den Horizont erhebt, als wir uns auf dem Meridian der Erde fortbewegt haben. Messen wir daher jene Grade, was durch ein einfaches Winkelinstrument

geschehen kann, und messen wir zugleich mit einem Längenmaaß, z. B. einer Ruthe, die Länge des Weges, den wir auf der Erde zurückgelegt haben, so wissen wir aus der ersten Messung, wie viel Grade des Meridians, d. h. eines größten Kreises, wir zurückgelegt haben, und aus der zweiten Messung, wie lang diese Grade in Ruthen oder Meilen sind.

Solche Messungen sind wirklich vorgenommen worden, in Frankreich, England, Peru, Lappland und an andern Orten. Man nennt sie Gradmessungen. Sie setzen große Geschicklichkeit und Genauigkeit voraus. Gelehrte Männer haben sie mit großer Anstrengung vollzogen und als Resultat gefunden, daß ein Grad eines Meridians im Durchschnitt 15 geographische Meilen — eine geographische Meile hat 23,640, eine preußische 24,000 rheinländische Fuß — lang ist; d. h. man theilt die Länge eines Meridiangrades in 15 gleiche Theile und nennt jeden dieser Theile eine geographische Meile, welche die angegebene Länge hat.

Damit ist die ganze Aufgabe gelöset. Denn alles Uebrige ist ein leichtes Rechenexempel, das wir anstellen wollen.

1. Wie groß oder lang ist nun der Umfang der Erde?

Antwort. Jeder Kreis hat 360^0; da nun der Grad eines Meridians 15 geographische Meilen lang ist, so beträgt der Umfang der Erde 360 mal 15 = 5400 geographische Meilen. Diese Länge hat jeder größte Kreis der Erde, folglich auch der Aequator. Wer also in der Richtung des Aequators oder eines Meridians oder eines beliebigen größten Kreises eine Reise um die Erde macht, hat 5400 geographische Meilen zurückzulegen. Rechnet man 10 Meilen auf den Tag, so dauert die Reise 540 Tage.

2) Wie groß oder lang ist der Durchmesser (Diameter) des Erdballes, der Halbmesser oder Radius, oder: wie weit sind wir, auf der Oberfläche wohnend, von dem Erdmittelpunkte entfernt.

Antwort. Die Geometrie lehrt, daß der Umfang eines Kreises sich zum Durchmesser ungefähr verhält $= 22 : 7 = 314 : 100$. Folglich ist ein Erddurchmesser $= \frac{100}{314} . 5400 = 1719$ oder in runder Zahl 1720 geographische Längenmeilen. Folglich ist der Halbmesser $= \frac{1720}{2} = 860$ geographische Meilen lang, und so weit sind wir Bewohner der Erdoberfläche vom Centrum der Erde entfernt. (Der Mensch weiß Dinge, die keines Sterblichen Auge je gesehen hat, noch sehen wird.)

3. Wie groß ist die Oberfläche der Erde?*)

Antwort. Die Stereometrie zeigt, daß die Oberfläche einer Kugel gefunden wird, wenn man den Umfang ihres größten Kreises mit ihrem Durchmesser, versteht sich: die Zahlen, in welchen diese Längen ausgedrückt sind, mit einander multiplicirt. Die Oberfläche der Erde ist folglich $5400 . 1720 = 9288000$ Quadratmeilen groß. Kaum der vierte Theil davon ist festes, bewohnbares Land. Man denke an das Verhältniß der Größe des festen Landes zu der Ausdehnung der Weltmeere und an die unbewohnbaren Theile der nördlichen kalten Zone!

4. Wie groß ist der körperliche Inhalt der Erdkugel?

Antwort. Die Stereometrie zeigt, daß man den Cubikinhalt einer Kugel erhält, wenn man die Oberfläche derselben mit dem sechsten Theil des Durch- oder dem dritten Theil des Halbmessers multiplicirt. Folglich ist der körperliche Inhalt der Erde

$$= \frac{9288000 . 1720}{6} = 2659120000$$ Cubikmeilen groß.

Zusatz 1. Die Leser werden bisher Zweierlei gedacht haben: einmal, daß in vorstehenden Berechnungen nur runde Zahlen genommen sind, worin sie Recht haben; zweitens, daß die Erde als vollkommene Kugel angenommen worden, was sie doch wegen der auf ihrer Oberfläche befindlichen Höhen und Tiefen nicht ist, worin sie ebenfalls Recht haben.

Aber weicht ihre Gestalt wegen der Höhe der Berge und Gebirge bedeutend von der Kugelgestalt ab? Dieses hängt von der Höhe (und Masse) der Berge, und zwar nicht von ihrer absoluten Höhe, sondern von dem Verhältniß ihrer Höhe zur Länge des Erddurchmessers ab.

Nun hat der höchste bekannte Berg, der Kintschinjinga, in runder Zahl nicht mehr denn 27000 Fuß (Fuß!), der Chimborazo ist nur 20000 Fuß hoch. Da eine geographische Meile 23640 Fuß

---

*) Wer stereometrische Berechnungen zu machen versteht, weiß, daß die Oberflächen der verschiedenen Zonen einander nicht gleich sind. Genaue (äußere und innere) Anschauung überzeugt auch davon.

Die Größe des Segments einer	kalten Zone ist	0,041	der Erdoberfläche;
" " " " "	gemäßigten " "	0,260	" "
" " " " "	heißen " "	0,199	" "
		0,500,	

jede der gemäßigten Zonen ist also größer als eine der kalten und eine der heißen zusammen. Das Mittlere (Mittelmäßige), nicht die Extreme, sind auch an der Erde das Gewöhnliche.

lang ist, so hat also der höchste Berg der Erde eine Höhe von wenig über $1\frac{1}{8}$ geographische Meile, ungefähr $\frac{1}{1500}$ des Erddurchmessers. Folglich weicht die Gestalt der Erde darum sehr wenig von der Gestalt einer vollkommnen Kugel ab. An einem Globus von 3 Fuß Durchmesser, der doch eine hübsche Größe hat, würde es kaum die Dicke des Papiers betragen, mit dem er beklebt ist.

Zusatz 2. Aber an einen andern Umstand haben die Leser nicht gedacht, wenn sie es nicht anderswoher wissen.

Diesen Umstand haben die genauen Gradmessungen an's Licht gebracht.

Man hat in Peru, in Lappland, in Frankreich u. s. w. Meridiangrade gemessen und gefunden, daß die Grade nicht genau gleich lang sind. Am Aequator sind sie am kleinsten, in Lappland, nicht sehr weit vom Pol, am größten, in Frankreich, überhaupt in mittleren geographischen Breiten, haben sie eine mittlere Länge.

Um ein Beispiel zu nennen: man hat (in runden Zahlen)
einen Grad am Aequator 56,700 französische Toisen,
= = in Lappland 57,400 = =
= = in Frankreich 57,000 = =
lang gefunden. (Eine Toise = 6 Pariser Fuß.)

Dieses Resultat ist für sicher zu erachten. Andre Beobachtungen, die noch nicht hierher gehören, bestätigen es.

Die Leser müssen überlegen, was daraus folgt. Was folgert der *Verstand* daraus? Mit Augen sehen kann man es nicht. Wenn sie sich Kreise von verschiedenen, größeren und kleineren, Halbmessern denken, so werden sie es finden.

Jede Kreisperipherie hat 360 Grade; ein größerer Kreis hat längere, ein kleinerer kürzere Grade. Die Peripherie jenes ist mehr flach als diese; der kleinere Kreis ist mehr krumm.

Wenn also die Grade der Meridiane ungleiche Länge haben, so muß die Erde da, wo die kleineren Grade sind, mehr krumm, da, wo die größeren Grade sind, mehr flach sein. Mit andern Worten: die Oberfläche der Erde gehört am Aequator einem kleineren, näher den Polen zu einem größeren Kreise an. Oder, wie man sich gewöhnlich auszudrücken pflegt: *die Erde ist an den Polen abgeplattet*, sie hat eine pomeranzenförmige, kugelähnliche oder sphäroidische Gestalt (ist ein Sphäroid). Folglich ist die Erdachse kürzer als ein Durchmesser des Aequators.

Um wie viel?

Genaue Berechnungen der Astronomen, auf den Grund der Gradmessungen angestellt, haben gezeigt, daß die Länge eines Durchmessers des Aequators sich zur Länge der Erdachse wie 287 : 286

(Andre nehmen das Verhältniß = 284 : 283 an) verhält, daß die Erdachse der Theile, deren der Durchmesser des Aequators 287 enthält, 286 hat, oder daß die Erdachse um $\frac{1}{287}$ kleiner als der Aequator-Durchmesser ist. Wie viel Meilen beträgt dieser Unterschied?

Antwort: $\frac{1720}{287} = 7$ Meilen ungefähr. Um so viel ist die Erdachse kürzer als ein Durchmesser des Aequators; sie ist also in runder Zahl 1713 Meilen lang. (Andre berechnen den Unterschied zu 5 bis 6 Meilen*).)

In kleinem Maßstabe läßt sich dieses nicht sichtbar machen. Aber Ihr möget eine Zeichnung darüber entwerfen! Ein künstlicher Globus wird vollkommen rund gemacht. Nur auf manchen (Kummer'schen Relief-) Globen und (z. B. den vorzüglichen, auch wohlfeilen Bauerkeller'schen) Relief-Karten sind die Länder höher dargestellt als die Oceane und die Berge höher als die Flächen, jedoch (der Anschaulichkeit wegen) in vergrößertem Maßstabe; aber die Abplattung ist nicht dargestellt, man muß sie sich denken. (Das Wahre will überhaupt gedacht sein.)

Resultate: die Erde ist eine Kugel, aber keine streng mathematische. Wegen der Berge und Tiefen weicht ihre Gestalt sehr wenig, wegen der Abplattung etwas mehr von der Kugelgestalt ab. Aber beide Umstände ändern die Kugelgestalt der Erde so wenig, daß man sagen muß, dieselbe sei durch die Abweichungen nicht zerstört, nur nüancirt oder modificirt.

Frage: Woher rührt diese Abplattung? Welches ist ihre Ursache?

Der wißbegierige Mensch denkt gern über die Ursachen der Wirkungen nach. Die Abplattung der Erde ist eine Wirkung. Wirkungen setzen Kräfte voraus. Welches sind die Kräfte, oder welches

---

*) Obige Verschiedenheiten rühren von dem Verhältniß her, das man annimmt. Poppe giebt in seiner ausführlichen physikalischen Geographie und Atmosphärologie den polaren Durchmesser zu 1714, den äquatorialen zu 1724, den Unterschied also zu 10 Meilen an. Dieses ist offenbar zu viel. Nimmt man das Mittel aus obigen Verhältnissen 286:285, so ist es so: Durchmesser des Aequators $= \frac{5400}{\pi} = 1718{,}87 .. = 1719$; Erdachse $= \frac{285}{286} \cdot 1718{,}87 .. = 1712{,}86$, die Abplattung also = 6 Meilen. Nimmt man nach Andern das Verhältniß 306:305, so erhält man $\frac{305}{306} \cdot 1718{,}87 = 1713{,}27$ für die Länge der Erdachse; der Unterschied ist dann noch nicht einmal 6 Meilen. — Nach neueren Berechnungen ist das Verhältniß 287:286 zu groß. Nach Hansen ist es = 302:301 (genauer 302,02); auch Francoeur = 305:304; nach Mädler = 299:298.

ist die Kraft, durch deren Thätigkeit die Abplattung der Erde entstanden ist? Eine schwer zu beantwortende Frage!

Wir sehen uns nach andern Erscheinungen um, durch welche eine abgeplattete Kugel entsteht. Aehnliche Wirkungen deuten hin auf ähnliche Ursachen; Analogien leiten auf die richtige Spur.

Wenn wir z. B. eine runde weiche Thonmasse schnell um einen Stab, der als ihre Achse angesehen werden kann, herumdrehen (auf einer Tret- oder Töpferscheibe): so bleibt die Thonmasse nicht rund, sondern sie nimmt eine pomeranzenförmige Gestalt an. An den Stellen, welche bei der Drehung am schnellsten umlaufen und die den Aequator derselben darstellen, erhebt sich die Masse, so daß ein Durchmesser dieses Aequators länger wird als die Achse, um die sich die Thonmasse dreht.

Ist die Erde auf dieselbe Weise, durch dieselbe Kraft eine abgeplattete Kugel geworden?

Wenn ja, so müßten wir auf zwei Ursachen schließen: 1) daß die Erde ursprünglich sich in einem weichen Zustande befunden habe; 2) daß sie sich um die gerade Linie, welche die Pole verbindet, d. h. um ihre Achse, herumgedreht habe und noch herumdrehe.

Daß das Erste stattgefunden habe (jetzt ist es bekanntlich nicht mehr der Fall), behaupten die Naturforscher, die Kenner des Innern der Erdrinde, die Geologen; ob es mit dem Andern, der wirklichen Drehung der Erde um ihre Achse, ebenfalls seine Richtigkeit habe — dieses bedarf der nähern Untersuchung. Das Folgende wird uns Aufschluß darüber geben.

4. Die Bewegung der Erde um ihre Achse. (die Achsendrehung).

Wie wir wissen, besteht die tägliche Bewegung der Himmelskörper darin, daß sich alle mit einander, ohne irgend eine Ausnahme, auch fast in gleicher Zeit, d. h. in 24 Stunden, um eine gerade Linie drehen, welche den Nordpol des Himmels mit dem Südpol verbindet und Himmelsachse genannt wird. So lehrt es der Augenschein; so haben es unsre Väter gesehen, so werden es unsre Enkel wahrnehmen.

Dem sinnlichen Menschen kommt nicht leicht ein Zweifel an der Richtigkeit dessen, was er mit den Sinnen wahrnimmt. Aber dem Denkenden! Das Nachdenken bringt den Fortschritt in den Wissenschaften, wie in dem Leben. Ein einziger Fortschritt, ein neuer Gedanke, eine neue Beobachtung, kurz irgend eine neue Zuthat zu der bisher erbeuteten Summe der Erkenntnisse, führt nicht selten zu einer ganz andern Art der Auffassung der Dinge. Darum sage

Keiner, daß es unbedeutende, oder gar schädliche Wahrheiten, nützliche Irrthümer gebe. Es ist ein schnöder Gedanke. Jede Wahrheit ist wichtig, aller Irrthum nachtheilig und verderblich; die Wahrheit zu publiciren, ist immer nützlich, immer zeitgemäß. Denn es giebt nichts Höheres als die Wahrheit.

Ueberlegen wir nur einmal kurz, was Alles dazu gehört, was Alles sein und bestehen müßte, wenn sich der ganze Himmel wirklich alle 24 Stunden um die Erde wälzt, und ob die Sache dann noch für wahrscheinlich gehalten werden kann.

Sterne, die in dem Aequator stehen, haben bei der täglichen Bewegung die größte Geschwindigkeit, sie legen in derselben Zeit den größten Raum zurück. Je weiter von ihnen ab, desto langsamer, nahe an den Polen ganz langsam, die Pole selbst ruhend. Dieser Schein konnte so lange für Wahrheit genommen werden, so lange man meinte, daß die Sterne an einem blauen Firmamente festgeheftet seien, welches sich mit ihnen von Osten gegen Westen um die Erde schwinge. Sobald man aber in Erfahrung brachte, daß die Sterne Weltkörper seien, in ganz verschiedenen Entfernungen von der Erde, größtentheils in ungeheuern Entfernungen, von denen die lebhafteste Phantasie sich keine Vorstellung machen kann; sobald es gewiß wurde, daß die Sonne ein Körper sei, der die Größe der Erde millionenmal übertreffe; sobald man einsah, daß die Erde in allen übrigen Eigenschaften den Planeten Venus, Mars, Jupiter u. s. w. gleich sei, die sich um sich selbst drehen, u. s. w.: konnte die Meinung einer Drehung des Himmels um die Erde nicht fortbestehen. Die Weltkörper müßten, ungeachtet ihrer verschiedenen Entfernungen, ungeachtet ihrer unermeßlichen Entfernungen, alle in derselben Zeit ihren Umlauf um die Erde vollenden, und zwar um die — mit ihnen (wenigstens einigen) verglichen — kleine, unbedeutende Erdkugel, also das Große um das Kleine, Alles um das Eine, das Glänzende um das Dunkle, die Sonne um die Erde? Welche Kräfte sollten, könnten das vollbringen?

Die Ansicht ließ sich nicht mehr halten, sie verschwand den denkenden Menschen unter den Händen. So geht es auch mit andern „Wahrheiten,“ d. h. mit für wahr gehaltenen, aber falschen Ansichten, sie verschwinden erst Einem, dann Mehreren, nach und nach ganzen Zeitaltern. Man stemmt sich Anfangs dagegen, möchte gern noch das festhalten, was man so lange für wahr gehalten, woran alle unsre Vorfahren geglaubt haben — aber es ist nicht mehr möglich, wir können uns gegen den Fortschritt nicht verschließen, die Ueberzeugungen ändern sich trotz unsers Wunsches und Willens, und wir — mit ihnen.

Nicht (so heißt es jetzt), was du siehst oder zu sehen meinst, ist; die Sterne mit Sonne und Mond bewegen sich nicht um dich herum, sondern du drehst dich selbst. Es ist ein großer, kühner Gedanke. Die Bewegung jener ist nur Schein, deine eigne Bewegung ist Wirklichkeit.

Die Erde dreht sich in 24 Stunden um ihre eigne Achse, und zwar in der, der scheinbaren Bewegung des Himmelsgewölbes entgegengesetzten Richtung, von Abend gegen Morgen, von Westen gegen Osten.

Versuchen wir es einmal mit dieser Ansicht, ob mit ihr die Erscheinungen übereinstimmen, ob sich dieselben aus ihr erklären lassen, ob die Sache so einfach und natürlich wird. Denn das ganze Universum, das Große wie das Kleine, trägt den Charakter der Einfachheit an sich; das Einfachste pflegt auch das Natürliche zu sein.

Wir wissen es ja schon, daß der sinnliche Schein trügt. Wir bewegen uns sanft auf einem Nachen: das Ufer scheint sich zu bewegen. Der Nachen dreht sich sanft im Kreise herum, wir merken seine Bewegung nicht: das Ufer mit den Gegenständen darauf scheint sich in umgekehrter Richtung um uns zu bewegen.*)

Gerade so verhält es sich mit der Erde. Sie dreht sich von Westen gegen Osten um sich selbst, wie man zu sagen pflegt; es geschieht im Weltraume, ohne Anstoß gegen andre Körper, sanft, gleichmäßig, wir merken es nicht an uns und den Dingen auf der Erde; aber wir merken es an den Körpern am Himmel, die an der Bewegung nicht Theil nehmen; diese scheinen sich in umgekehrter Richtung um die Erde zu drehen, in derselben Zeit, in welcher diese sich wirklich dreht. Die Sache ist einfach und natürlich; so ist es. Anders kann es nicht sein. Die längst bekannten Planeten bewegen sich von Abend gegen Morgen um ihre Achsen; die Sonne selbst dreht sich um ihre Achse; dasselbe gilt von der Erde.

Wir können es beweisen. Nur aus dieser Annahme (Hypothese) lassen sich andre Erscheinungen begreifen, erklären. Was sein muß, damit Anderes, was ist, bestehen könne, ist wirklich. Das sich Widersprechende muß vom Verstand verworfen werden; das Uebereinstimmende muß er für wahr halten.

---

*) Und was sieht derjenige, welcher auf einer Eisenbahn durch einen Wald fährt? Was der, dessen Auge am Abend auf eine Wand gerichtet ist, auf welche der Schatten eines Gitters fällt, jenseits dessen eine in Schwingung befindliche Lampe hängt?

Beweise für die Achsendrehung der Erde. (Schlüsse aus Thatsachen, regressiv.)

1. Die Abplattung der Erde an den Polen. Diese kennen wir schon. Ein weicher Körper, der sich um eine Achse schwingt, plattet sich an den Endpunkten der Achse ab. Die Erde hat sich an den entgegengesetzten Punkten abgeplattet und sich — was man aus andern Erscheinungen weiß — ursprünglich in einem weichen Zustande befunden: folglich hat sie sich um die Achse gedreht (und warum sollte sie sich nicht noch drehen?). Die Abplattung rührt von der Achsendrehung her. Auch die übrigen, sich um die Achse drehenden Planeten sind an den Polen abgeplattet (Schluß nach der Analogie); je schneller sie sich drehen und je größer sie sind, desto mehr, z. B. Jupiter. Aus der Wirkung erschließen wir die Ursache, aus der Größe der Wirkung die Größe der Ursache.

Die Anziehungskraft ist in der Materie, in jedem Theil des Erdkörpers, auch im kleinsten. Vermöge derselben vereinigen sie sich, bleiben zusammen, und nehmen, wenn sie durch andre Kräfte nicht daran gehindert werden und Ruhe oder Gleichgewicht eintreten soll, die Kugelgestalt an. Also die Erde. Dreht sich eine solche Kugel um eine Achse, so erhalten die Theile, welche am weitesten von der Achse entfernt sind, unter dem Aequator, die größere Geschwindigkeit seitwärts, dem Zug nach dem Mittelpunkte entgegen. Die Theile des Aequators legen in derselben Zeit den größten Weg zurück. Sie bekommen also auch durch die Drehung am meisten das Bestreben, sich von dem Centrum zu entfernen, eine das Centrum fliehende Kraft wird ihnen eigen — die Schwung- oder Fliehkraft (Centrifugalkraft). Dieser Schwungkraft folgen sie, je nach ihrem Verhältniß zur Schwerkraft; diese wird durch jene vermindert; die Theile des Aequators drücken also weniger nach dem Mittelpunkte, als die Theile von den Polen her, das Gleichgewicht ist in der zusammenhängenden weichen Masse gestört. Was den Theilen an Energie des Drucks abgeht, muß durch die Masse der Theile ersetzt werden; folglich werden sich die Theile an dem Aequator anhäufen, die Theile an den Polen werden dem Mittelpunkte näher rücken, d. h. die Erde muß sich abplatten.

Es ist geschehen. Daß es geschehen konnte, setzt einen weichen, chaotischen Zustand der Erde voraus. Folglich ist auch dieser gewiß. Und eben so gewiß, daß sich die Erde von Anfang an um eine Achse, und zwar um dieselbe, um die sie sich noch jetzt dreht,

gedreht hat*). Manche Naturforscher haben, um das Vorhandensein bekannter tropischer Produkte in kalten Gegenden (die höhere Temperatur daselbst in der Urzeit vor aller Geschichte) zu erklären, angenommen, die Erde habe sich ehemals um eine andre Achse gedreht. Aber dann müßte sie an andern Punkten abgeplattet sein; und wenn die jetzige Achsendrehung erst eingetreten wäre, nachdem die festen Massen sich gebildet, so hätte sie sich an den Endpunkten ihrer jetzigen Achse nicht abplatten können**).

(Aber wodurch ist diese Achsendrehung entstanden? Wer diese Frage thut, muß sie sich zu beantworten suchen. Der große Kant versucht eine Antwort darauf in seiner berühmten Abhandlung: „Naturgeschichte des Himmels"***).)

---

*) Ein rotirender Körper wälzt sich immer um die kleinste seiner Achsen. Man veranschaulicht dies an einem Ei: möglicher Weise kann es auf die Spitze gestellt werden, aber es fällt bei der kleinsten Bewegung; es ruht nur auf der breiten Fläche. Eine andere Achse als die jetzige kann auch die Erde nicht gehabt haben.

Der Physiker Plateau hat ein interessantes Experiment angestellt. Er füllte ein großes gläsernes Gefäß mit einer Mischung von Wasser und Weingeist in solchem Verhältniß, daß die Mischung genau das specifische Gewicht des Olivenöls hatte. Als er nun eine Quantität dieses Oeles hineingoß, zog sich das Oel in eine Kugel zusammen und blieb in der Mitte der Mischung schweben. Jede flüssige Masse, auf welche keine äußere Kraft wirkt, nimmt die Form einer Kugel an. Plateau steckte nun eine Achse, mit einer Kurbel versehen, durch die Mitte der Oelkugel und fing an, die Kurbel zu drehen. Nach und nach nahm nun auch die Oelkugel eine drehende Bewegung an, und je schneller er drehte, desto mehr erhob sich die Mitte (der Aequator), während die Kugel sich an den Polen abplattete und der Polardurchmesser (die Achse) stets kleiner wurde. — Bei immer zunehmender Drehgeschwindigkeit breitete sich endlich die Kugel in eine platte Scheibe aus; zuletzt trennte sich der äußere Theil ab und setzte seine Drehung als flacher Ring fort, während der mittlere Theil sich etwas zusammenzog und die Gestalt einer abgeplatteten Kugel annahm. Es gehört eine bestimmte Drehgeschwindigkeit dazu, um dieses Ziel zu erreichen. Bei zu schneller Drehung trennt sich nicht ein Ring ab, sondern es reißen sich einzelne Theile los, bilden Kugeln für sich und setzen ihren Umschwung um den ursprünglichen Mittelpunkt fort, und jede Kugel nimmt eine Umdrehung um eine eigene Achse an. (Eine Andeutung für später Folgendes!)

**) Bessel hat gezeigt, daß alle Veränderungen, welche der Erdkörper möglicher Weise hat erfahren können, nicht im Stande waren, die Erdachse nur um einen Zoll zu verrücken.

***) Ueber obige Frage wollen wir hier in einer Anmerkung etwas beifügen. In einem nachfolgenden Kapitel werden wir sehen, daß jeder Körper, welcher sich um einen andern dreht, von diesem angezogen wird, und daß er, wenn er sich nicht mit ihm vereinigen soll, eine fortschreitende, seitwärts gehende Bewegung haben muß. Denken wir uns nun, daß ihm letztere durch einen Stoß mitgetheilt worden ist, so braucht dieser Stoß nur neben dem Mittelpunkte des kugelförmigen Körpers vorbeigegangen zu sein, und — der Körper dreht sich um eine Achse und zugleich um den Centralkörper. Beides zugleich bewirkt der nichtcentrale Stoß, der in Betreff der Erde etwa nur 5 Meilen ($\frac{1}{160}$ des Erdhalbmessers) neben dem Mittelpunkte vorbeigegangen zu sein braucht.

2. **Directe Versuche.** **Benzenberg** ließ im Innern des Michaelisthurmes in Hamburg von einer Höhe von 340 Fuß Bleikugeln herabfallen. Im Durchschnitt trafen sie ostwärts vom Fußpunkte des Bleilothes auf der Erde ein; was folgt daraus?

Wirken zwei Kräfte unter einem Winkel zugleich auf einen Körper, so geht er in einer mittleren Richtung (in der Richtung des durch die beiden Kräfte und den Winkel, den ihre Richtungen mit einander machen, gebildeten Parallelogramms). Dreht sich nun die Erde um ihre Achse von Westen gegen Osten, so haben alle mit der Erde verbundenen Körpertheile, folglich auch alle festen Gegenstände auf der Oberfläche, die Bewegung von Westen gegen Osten, und zwar eine desto größere, je näher sie dem Aequator liegen und je weiter sie sich von der Erdoberfläche entfernen. Die Spitze eines Thurmes hat z. B. eine größere Geschwindigkeit als der Fuß desselben. In dem Augenblicke, in dem man eine Bleikugel von der Spitze senkrecht herabfallen läßt, wirken zwei Kräfte auf sie: die Schwer= und die Schwungkraft. Beide treiben sie in der Diagonallinie des durch sie bestimmten Parallelogramms.

In Fig. 16. sei o der Mittelpunkt der Erde, cd ein Theil der Oberfläche, ca ein Thurm, und die Erde schwinge sich mit dem Thurm in der Richtung von c nach d um. Der Punkt a beschreibt in derselben Zeit, in welcher der Punkt c den Raum cd durchläuft, den größeren Bogen ab. Gesetzt nun, eine von a herabgelassene Kugel würde sich in derselben Zeit, vermöge der Anziehungskraft der Erde oder vermöge ihrer Schwerkraft, durch ac bewegen, während sie von der Achsendrehung durch ab geführt worden wäre, so wirken im Augenblick des Fallens zwei Kräfte auf sie, deren Stärke durch die Linien ac und ab dargestellt wird. Sie wird also durch die Diagonale des dadurch bestimmten Parallelogramms laufen. Ziehen wir eine gerade Linie aus b parallel mit ac, so muß diese rechts von bd liegen, ihr Fußpunkt e muß rechts (ostwärts) von d fallen. Die Bleikugel fällt also in der Zeit durch die Linie ae, während der Fußpunkt des von a herabgelassenen Lothes, d. h. c, von c nach d geht, und wenn c in d ankommt, ist die Kugel in e, d. h. die Bleikugel muß ostwärts abweichen, wenn die Erde sich wirklich von Westen nach Osten dreht. Die Erfahrung lehrt aber, daß jenes wirklich statt findet; **folglich ist auch dieses.**

Schlußweise: Obersatz: Wenn das wäre, so müßte auch das sein. Untersatz: Dieses ist. Schlußsatz: Folglich ist auch jenes.

In der Folge werden wir sehen, daß rotirende und fortschreitende Bewegungen immer beisammen sind. Wo wir die eine wahrnehmen, dürfen wir auch auf die andere schließen.

3. Die Passatwinde (Passate). Erdboden und Luft werden in der heißen Zone am meisten erwärmt. Erwärmte und dadurch ausgedehnte Luft wird leichter als kältere Luft und steigt dadurch in die Höhe. So kommt es, daß sich die Luft in den tropischen Gegenden erhebt, sich weiter von der Oberfläche entfernt, und in höheren Regionen nach Norden und Süden abfließt. Die kältere Luft dringt umgekehrt an der Oberfläche der Erde, vom Nord- und Südpol her, nach dem Aequator. Auf diese Weise entsteht also eine schöne Ausgleichung der Temperatur auf der Erde (wie wir in Europa z. B. dem Umstande, daß das heiße Afrika, der Kochofen der Erde, uns gerade südlich liegt, außer andern Ursachen die größere Wärme zu verdanken haben, im Vergleich mit Orten in Asien und Amerika, die mit uns gleichweit nördlich vom Aequator entfernt sind). Durch die Luftbewegung entsteht also z. B. auf der nördlichen Halbkugel ein Wind von Norden gegen Süden an der Erdoberfläche. Die Luft kommt aus Gegenden, welche wegen der Achsendrehung eine geringere Bewegung nach Osten haben, als die, nach welchen sie weht. Dieses hat die Folge, daß diese ihr voraneilen, oder sie zurückbleibt, oder, was dasselbe ist, eine Richtung nach Westen, von Osten her, zu haben scheint. Zwei Kräfte wirken also auf diese Luft, die eine nach Süden, die andre nach Westen; sie muß also zwischen beiden Weltgegenden, nach Südwest fortgehen, d. h. aus Nordost*) wehen; ein Nordost-Passat muß entstehen, wenn die Erde sich wirklich von Westen gegen Osten dreht. Auf der nördlichen Halbkugel weht in den tropischen Gegenden wirklich ein Nordost-Passat; folglich dreht sich die Erde wirklich von Westen gegen Osten.

Aus denselben Gründen wird ein vom Südpole nach dem Aequator zu wehender Wind zum Südostwind, ein in umgekehrter Richtung wehender Wind zum Nordwestwind.

---

*) Der Nordwind verwandelt sich also auf der nördlichen Halbkugel allmählig in einen Nordostwind; so wird auf derselben Halbkugel aus dem Südwind allmählig ein Südwestwind. Die Winde sind Lügner; sie kommen nicht aus den Gegenden, aus welchen sie wehen. Die Windfahnen zeigen die Richtung, welche der Wind bei ihnen hat. Dieses ist aber, wenn er weit herkommt, nicht die Richtung, die er ursprünglich hat, es sei denn, er komme gerade aus Osten oder Westen; wenn also z. B. eine Windfahne einen (weit herkommenden) Südwestwind anzeigt, so ist es ursprünglich ein Südwind.

Das Drehungsgesetz des Windes ist auf der nördlichen Halbkugel: Nord, Nordost, Ost, Südost, Süd, Südwest, West, Nordwest, Nord. Auf der südlichen Halbkugel ist es umgekehrt. Das Nähere darüber muß den Lehrbüchern über physikalische Geographie entnommen werden.

4. Der Foucault'sche Beweis.

Denke man sich auf dem Nordpole, also in einem Punkte, welcher in der Richtung der Erdachse liegt, ein Pendel aufgehängt, und in dem Punkte so angebracht (etwa an Seidenfäden befestigt), daß die Reibung = 0 gesetzt werden kann. Setzt man dasselbe nun in Schwingung, so schwingt es in einer auf dem Horizonte senkrecht stehenden Ebene hin und her, und zwar, wegen des Beharrungsvermögens, in derselben in ihrer Lage verharrenden Ebene. (Dieses ist besonders festzuhalten.)

Gesetzt nun, die Erde drehe sich in gewisser Richtung um sich selbst, so muß dieses an der feststehenden Ebene, in welcher das Pendel schwingt, merklich sein, die Ebene muß eine der Bewegung der Erde entgegengesetzte Drehung zeigen, was mit dem sinnlichen Auge wahrgenommen werden kann.

Denken wir uns obige Vorrichtung in einem Orte auf dem Aequator, so wird das Pendel hier, wie überall, in der Schwingungsebene verharren; aber es wird keine Bewegung derselben bemerkbar sein.

Hängen wir dagegen das Pendel in einem Orte auf, welcher zwischen Aequator und einem Pole liegt, so wird das Erste wieder stattfinden, und zwar wird die Ebene, in welcher das Pendel schwingt, wie gesagt, in einer der Drehung der Erde entgegengesetzten Richtung sich scheinbar herumbewegen. Machte die Erde nun ihre Rotationsbewegung von West gen Ost, so wird die Ebene der Pendelbewegung eine Bewegung von Ost nach West machen.

In solcher Weise kann man also an der Drehung der Pendelebene die Drehung der Erde sehen und an jener die Richtung dieser bestimmen. N. B. die Pendelebene beharrt wegen des Beharrungsvermögens in derselben Lage, die Erde dreht sich; dieses aber kann man nicht direkt sehen, sondern man wird die Drehung der Pendelebene sehen und schließt daraus auf die nach der entgegengesetzten Richtung gehende wirkliche Drehung der Erde. Diese ist die Ursache von jener, welche die Wirkung ist, aus welcher man die Ursache erkennt.

Dieses ist zuerst von dem Pariser Gelehrten Léon Foucault gedacht und 1851 durch Versuche als richtig nachgewiesen worden. Die Experimente sind zuerst in einem Keller, dann im Pariser Observatorium, hierauf im Pantheon angestellt worden. Nachher hat man sie an vielen Orten (z. B. im Kölner Dom) wiederholt und die Thatsache überall bestätigt gefunden.

Die Zeit, in welcher die Schwingungsebene eine volle Kreisbewegung zu machen scheint, hängt von der geographischen Breite des Ortes ab; auf jedem der Pole muß sie in 24 Stunden erfolgen, auf dem Aequator ist die Bewegung 0, oder sie erfolgt (kann man sagen) in unendlich langer Zeit; je näher ein Ort seinem Pole liegt, desto kürzer, je näher dem Aequator, desto länger ist diese Zeit.

In Panama, unter 8° 45′ Breite, macht die Ebene eine ganze Drehung in 157,9 Stunden, braucht also mehr als 6½ Tage dazu. In Gotha, unter 50° 56′ Breite, in 30,92 Stunden; in Berlin, unter 52° 30′ Breite, in 30 Stunden 15 Minuten; an einem Orte von 30° Breite in 48 Stunden; in Hammerfest, unter 70° 38′ Breite in 25,47 Stunden.

Schade, daß Galilei, der doch die Gesetze der Pendelbewegung entdeckt hat, auf diesen schönen Gedanken nicht gekommen ist! Freilich würde er schwerlich auch durch diesen augenfälligen Beweis den Zorn seiner Widersacher beschwichtigt haben. Wer sich gewöhnt hat, mit Glaubensaugen zu sehen oder vielmehr nicht zu sehen, sieht eben darum das vor Augen Liegende nicht. Müller sagt in seinem „evangelischen Herzensspiegel, Agentur des Rauhen Hauses, 1847": „Ein gläubiger Mensch muß von sich selbst ein Räthsel machen: Was ich sehe, das sehe ich nicht, und was ich nicht sehe, das sehe ich*)." Das nennen sie „Gläubigkeit," die vor Gott angenehm mache, Frommsein, und hoffen durch diese an sich selbst vollzogene Blendung (eine Art Kastrirung und Verleugnung der Gottesgabe des Sehens und Denkens) einen höheren Stuhl im Himmel. (!) —

Anmerkung. Die preußische Artillerie soll die Erfahrung gemacht haben, daß ganz genau abgeschossene Kugeln rechts vom Centrum der Zielscheibe einschlagen (nachdem Poisson die Nothwendigkeit dieser Erscheinung bereits in der Akademie der Wissenschaften in Paris von der Achsendrehung der Erde abgeleitet und durch Rechnung erwiesen hatte).

Denken wir uns die Scheibe gerade nordwärts von der Kanone stehen (den Kanonier hinter ihr, mit dem Gesichte nach der Scheibe), so hat die Kanone eine schnellere Drehung nach rechts als die Scheibe, weil sie in derselben Zeit einen größeren Kreis zurücklegt. Die Kugel in der Kanone hat dieselbe Drehgeschwindigkeit, auch im Augenblicke des Abganges, kommt also dem Centrum der Scheibe vor, schlägt rechts von demselben ein.

Wenn umgekehrt die Scheibe südlich von der Kanone steht, so kommt das Centrum der Kugel nach links (des Kanoniers) vor, die Kugel schlägt wieder rechts ein.

---

*) Pädagogisches Jahrbuch für 1852, S. 191.

Würde die Kugel über den Nordpol weggeschossen, so müßte die Ablenkung nach rechts eine doppelte sein.

Auf der südlichen Hemisphäre weichen die Kugeln nach links vom Centrum ab. Durch Zeichnungen wird man sich alle Fälle leicht deutlich machen können.

Der Theorie nach ist dieses Alles vollkommen richtig, und es muß also wegen der Achsendrehung der Erde von West nach Ost erfolgen. Aber in der Praxis wird die Ablenkung doch nur selten merklich sein. Man kann nicht weit genug schießen. Für die Sternwarte von Breslau ist ein Grad des Parallelkreises sehr nahe 35922 Toisen (1 T. = 6 Par. Fuß), oder 18590 Ruthen oder 9⅓ Meile, und wird bei der Umdrehung der Erde in 4 Minuten durchlaufen, da der ganze Kreis von 360 Grad in 24 Stunden durchlaufen wird. Der in einer Zeitsecunde durchlaufene Bogen ist daher nahe 149,7 Toisen oder genauer 898 Par. Fuß. Eine Bogenminute nördlicher durchläuft ein Punkt in der Secunde einen Bogen, der 3,9 Zoll kleiner ist. Wenn es daher möglich wäre, daß von dort eine Kugel in einer Secunde bis zur Sternwarte gelangen könnte, so würde sie 3,9 Zoll rechts vom Zielpunkte ankommen. Aber so weit kann man nicht schießen. Es wird daher schwer sein, mit Kanonenkugeln Resultate zu erhalten, welche zur Begründung des Beweises für die Achsendrehung der Erde dienen könnten. Aber auch mit Büchsenkugeln dürfte es schwierig sein, indem erst dann, wenn das Ziel 1500 Fuß nördlich oder südlich entfernt ist und die Kugel dasselbe in einer Secunde erreicht, die Ablenkung einen Zoll beträgt. Die Mehrzahl der Fälle muß daher, wenn die Artillerie wirklich obige Erfahrung gemacht hat, die Sache praktisch entscheiden. —

Wer noch weiter über diesen (für den speculirenden Kopf) interessanten Gegenstand nachdenken will, stelle zuerst alle Hauptfälle zusammen und entscheide einzeln über jeden. Dieselben sind:

I. auf der nördlichen Hemisphäre:
   1) auf dem Nordpole: a) die Kanone steht auf dem Pole; b) die Scheibe steht auf dem Pole; c) beide stehen auf demselben, dem Pole nahen Parallel;
   2) auf dem Aequator: a) die Kanone steht auf dem Aequator; b) die Scheibe;
   3) in einer mittleren Breite: a) es wird geschossen von Nord nach Süd; b) von Süd nach Nord; c) von West nach Ost; d) von Ost nach West; e) von Südwest nach Nordost; f) von Nordost nach Südwest; g) von Nordwest nach Südost; h) von Südost nach Nordwest;

II. auf der südlichen Hemisphäre:
   dieselben Fälle;

III. auf beiden Hemisphären:
   d. h. man schießt über den Aequator hinüber: a) Kanone und Scheibe stehen gleich weit vom Aequator entfernt; b) ungleich weit.

Giebt der Lehrer dem Schüler diese Aufgaben, so muß er sich vorher darüber versichern, daß der Schüler das sogenannte Beharrungsvermögen der Körper (und das Parallelogramm der Kräfte) kennt, und er kann dem schwachen Schüler dadurch auf die Spur helfen, daß er ihn daran erinnert, daß ein Punkt auf dem Aequator, vermöge der Achsendrehung in 1 Secunde 1500′, ein Punkt unter 52° Breite etwa 900′ zurücklegt, daß demnach, wenn eine Kugel in 1 Secunde von Berlin nach einer Scheibe auf dem Aequator flöge, dieselbe 1500′ — 900′ = 600′ hinter derselben (westwärts, rechts) einschlagen würde. Gebrauchte die Kugel zur Zurücklegung dieses Weges 4 Minuten, so würde sie 4.60.600′ = 240. 600′ = 144000′ = $\frac{144000}{24000}$ = 6 Meilen zurückbleiben. — Man will die Beobachtung gemacht haben, daß auf Eisenbahnen, welche von Süden nach Norden streichen, die Räder der Waggons an den (in der Richtung der Bewegung) rechts liegenden Schienen stärker reiben, als an den links liegenden, und zwar, sowohl wenn sich der Zug nordwärts, als wenn er sich südwärts bewegt. Stimmt diese Beobachtung, wenn sie sich als Thatsache erweisen sollte, mit der Thatsache der Achsendrehung der Erde und ist sie daraus zu erklären? Es wäre ein neuer Beweis für die Achsendrehung der Erde. Man denke an das Drehungsgesetz der Winde, die ursprünglich von Norden und Süden kommen! Welche Erscheinung müssen, wenn die Thatsache richtig ist, die Eisenbahnen auf der südlichen Halbkugel zeigen? —

Resultat: Die Erde dreht sich von Westen gegen Osten in 24 Stunden um ihre Achse*).

Sie dreht also von Secunde zu Secunde der Sonne andere Theile entgegen; die Hälfte der Erdkugel ist immer beschienen, die andre liegt im Dunkeln, aber Beleuchtung und Finsterniß wechseln stets mit einander (nur für verschiedene Orte nicht überall mit gleicher Schnelle). Aber man kann mit Richtigkeit bildlich sagen: jeder Ort der Erde wacht und schläft die halbe Zeit; während die eine Hälfte wacht, schläft die andere Hälfte, in stetem Wechsel.

Folgerungen.

1. Die Achse, als mathematische Linie gedacht, nimmt an der Drehung keinen Theil. Von allen Punkten auf der Oberfläche ruhen allein die beiden Pole als mathematische Punkte.

2. Jeder Punkt auf der Oberfläche beschreibt in 24 Stunden einen Kreis, der mit dem von beiden Polen gleichweit entfernten Kreise, dem Aequator, parallel liegt, einen Parallelkreis, dessen Mittelpunkt in der Achse liegt. Je weiter diese Kreise vom Aequator entfernt sind, desto kleiner sind sie.

---

*) Der Schäfer im „Abt von St. Gallen" hatte also Recht, wenn er den Abt versicherte, „in zweimal 12 Stunden sei Alles gethan."

3. Ein Punkt auf dem Aequator legt in 24 Stunden den größten Weg zurück, hat folglich die größte Achsengeschwindigkeit. Die Achsengeschwindigkeiten zweier Punkte auf der Oberfläche verhalten sich, da die Zeiten gleich sind, wie die Räume, d. h. wie die Peripherien der Parallelkreise, oder deren Halbmesser.

Wie groß ist der Raum, den ein Punkt auf dem Aequator in einer Stunde, Minute, Secunde zurücklegt?

Antwort. Der ganze in 24 Stunden durchlaufene Raum ist 5400 geographische Meilen; der Raum einer Stunde folglich $=\frac{5400}{24}=225$ geographische Meilen; einer Minute $=\frac{225}{60}=3\frac{3}{4}$ Meilen; in einer Secunde $\frac{3\frac{3}{4}}{60}$ Meilen $=\frac{3\frac{3}{4}.24000}{60}$ Fuß $=\frac{90000}{60}$ Fuß $=1500$ Fuß. Die Geschwindigkeit ist in runder Zahl 1500 rheinl. Fuß in einer Secunde. Eine artige Schnelligkeit! Eine Kanonenkugel mag in einer Secunde 600 Fuß zurücklegen, der Schall 1050 Fuß.

Ein Punkt der Oberfläche, dessen geographische Breite $= 50^{\circ}$ ist, legt etwa 960 Fuß in der Secunde zurück*). Die Schwungkraft ist folglich am Aequator am größten; daher eine Verminderung der Schwere; daher die Erhöhung am Aequator, die Abplattung an den Polen.

Der Schall bewegt sich in einer Secunde durch einen Raum von 1050 Fuß. Diese Geschwindigkeit ist die durchschnittliche oder mittlere. Je wärmer die Luft ist, desto größer ist seine Geschwindigkeit. In der Gluthhitze von Madras geht er z. B. in einer Secunde 100 Fuß weiter als im eisigen Januar der Melville-Insel. In der Temperatur des Frostpunktes ist die Schallgeschwindigkeit 1025 Fuß. Hiernach läßt sich leicht berechnen, in welcher Zeit der Schall, in einem Parallel z. B., um die Erde herumlaufen, wie viel Zeit er gebrauchen würde, um den Raum zwischen Erde und Sonne zu durchschreiten, wie lange es dauern möchte, bis die Antwort auf eine Frage des Sonnenbewohners an den Erdbewohner zurück sein würde. (Auf den Flügeln des Lichtstrahles würde der Sonnenbewohner die Antwort in etwa einer Viertelstunde haben; durch einen electrischen Draht in noch kürzerer Zeit.) Leicht

*) Die Rotationsgeschwindigkeit nimmt vom Aequator an (nord- und südwärts) Anfangs langsam, nachher schnell ab. Folgende Zusammenstellung liefert eine Uebersicht, und die Drehgeschwindigkeit eines Ortes, der eine der bemerkten Breiten hat, läßt sich danach leicht berechnen. Die Rotationsgeschwindigkeit eines Ortes auf dem Aequator sei 1000.

Breite:	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
Rotationsgeschwindigkeit:	1000	985	940	866	766	643	500	342	174	0
Unterschiede:		15	45	74	100	123	143	158	168	174.

läßt sich bemerken, daß es Punkte auf der Erde giebt, die eine solche Drehgeschwindigkeit haben wie der Schall. Wenn man daher an einem solchen Orte, z. B. in Florenz, in dem Augenblicke, in welchem die Sonne durch den Meridian geht, d. h. in dem Augenblicke des wahren Mittags, eine Kanone daselbst abfeuerte, so würden alle Orte, die auf demselben Parallel westwärts liegen, auch zur Zeit ihres wahren Mittags den Donner derselben hören. (Unter welcher Bedingung?)

4. Um wie viel durch die Schwungkraft die Schwerkraft am Aequator vermindert wird, verstehen die Physiker zu berechnen. (Schwere an den Polen zu der an dem Aequator = 286 : 285.) Die Centrifugalkraft an dem Aequator beträgt also $\frac{1}{286}$ der Schwere. (Siehe hinten!)

Am Aequator fällt ein Körper am langsamsten, an den Polen am schnellsten. Mit der geographischen Breite nimmt die Fallgeschwindigkeit zu. Da nun die Schwerkraft auch die Ursache der Schwingungen des Pendels ist, und die Wirkungen sich nach den Ursachen richten, so muß ein und dasselbe Pendel am Aequator langsamer schwingen, als in höheren Breiten*). Oder wenn z. B. 2 Pendel, von welchen das eine in Peru, das andre in Paris hängt, Secundenpendel sind, d. h. in jeder Secunde eine Schwingung machen, so ist das Secundenpendel in Peru kürzer als das in Paris. Je kürzer ein Pendel ist, desto schneller schwingt es an einem und demselben Orte. Da nun die Physiker die Abnahme der Schwere, welche am Aequator durch die Schwungkraft hervorgebracht wird, berechnen können, so sind sie auch im Stande, zu bestimmen, wie lang dort ein Secundenpendel sein wird, oder um wie viel ein von Paris dorthingebrachtes Pendel verkürzt werden muß, um wieder in jeder Secunde eine Schwingung zu machen. Aber es findet sich, daß das Pariser Secundenpendel am Aequator, wenn es Secundenpendel bleiben soll, mehr verkürzt werden muß, als aus der Verminderung der Schwerkraft durch die Schwungkraft bei vorausgesetzter Kugelgestalt der Erde folgt. Daraus hat man geschlossen, daß eine zweite Ursache vorhanden sein müsse, welche die Stärke der Anziehung der Erde vermindert. Da man nun weiß, daß sich diese Anziehung vermindert, wenn man sich von dem Mittelpunkte der Anziehung (dem Schwerpunkte der Erde) entfernt, so schließt man wiederum, daß man am Aequator weiter von demselben entfernt ist, als wenn

*) Der franz. Astronom Richer machte zuerst 1672 — in Cayenne 5° N. Br. — die Beobachtungen, daß sein von Paris dorthin mitgebrachtes Secundenpendel daselbst zu langsam schwinge. Die durch dasselbe regulirte Uhr blieb täglich 2½ Minuten zurück. Um die Uhr wieder richtig gehend zu machen, mußte er das Pendel um $\frac{5}{4}$ Linien verkürzen. Nach Paris zurückgekehrt mußte er es wieder um eben so viel verlängern.

die Erde eine vollkommene Kugel wäre. Ja man kann berechnen, um wie viel weiter, d. h. man kann durch das Pendel den Unterschied des Aequatordurchmessers und der Erdachse, d. h. die Abplattung der Erde, finden. So dient das Pendel dazu, die Gestalt der Erde zu bestimmen. Diese Gedanken möge der Leser für sich durchdenken! Die Sache ist sehr merkwürdig. Durch ein einfaches Pendel bestimmt man die Gestalt der Erde, die noch kein sterbliches Auge gesehen hat, noch sehen wird! So bringt der menschliche Geist Verborgenes an das Licht. Die Astronomie ist sein Triumph!

5. Die Achsendrehung der Erde erzeugt die Erdachse, den Erdäquator, die Erd-Parallelkreise, und durch diese entstehen die Himmelsachse, der Himmelsäquator, die Parallelkreise des Himmels, nicht umgekehrt. Die Erdachse ist das Erste, die Himmelsachse das Zweite, eine Folge des Ersten. Wir nehmen zwar zuerst das Dasein der Himmelsachse wahr, oder denken uns, durch Erscheinungen veranlaßt, zuerst die Himmelsachse, und schließen auf die Erdachse; aber physisch ist diese die Ursache jener. So pflegt es zu gehen: die Wirkungen sind uns früher bekannt als die Ursachen, welche erschlossen sein wollen. Wir fangen in unserm Erkennen mit dem Abgeleiteten, Secondären an, und bringen von da rück- oder aufwärts zu dem Ursprünglichen, Primären*).

6. Die Bewegungen, welche die Punkte auf der Oberfläche der Erde wirklich haben, scheinen die ihnen entsprechenden Punkte des Himmelsgewölbes zu haben. So z. B. haben Orte, welche auf dem Erdäquator liegen, die größte Achsengeschwindigkeit von Westen nach Osten, und so scheinen Sterne, die im Himmelsäquator stehen, die größte Drehgeschwindigkeit um die Erde zu haben von Ost gen West. Die Endpunkte der Himmelsachse scheinen zu ruhen, weil die Endpunkte der Erdachse wirklich ruhen. Was dort zu sein scheint, ist hier. Der Himmel ist ein Spiegelbild der Erde. Was hier unten ist, bildet sich da oben ab. Das Letztere erkennen wir zuerst, und durch dieses jenes. Der Mensch verlegt die in naturgemäßer Weise in ihm entstandene Wahrheit in den Himmel, holt sie von da herab und erkennt erst später ihren natürlichen Ursprung. —

7. Da die ruhenden Himmelspole, wie der Himmelsäquator, stets dieselben Orte einnehmen, ihre Lage gar nicht ändern (?), so

---

*) Das Erste in der Wirklichkeit ist das Letzte in dem erkennenden Geist, und umgekehrt: das letzte Wirkliche erkennt der Geist zuerst.

Wer den Unterschied zwischen sogenannter wissenschaftlicher und elementarer Methode nicht kennete, könnte ihn aus obigem Beispiele kennen lernen. Die Wissenschaft fängt mit dem Ersten (Obersten, Höchsten, Entferntesten) an, die Elementarmethode mit dem Nächsten, Letzten. Welche von beiden befolgt den natürlichen Gang der menschlichen Entwickelung? —

folgt daraus, daß die Erdachse immer denselben Punkten des Himmels zugewandt, daß ihre Lage eine beständige ist. Sie schwankt nicht hin und her. Dieses ist ein sehr wichtiger Satz. Die Leser wollen sich ihn besonders merken! Ob nun auch daraus folgt, daß die Erde immer auf derselben Stelle im Weltraume verweilet, daß der Mittelpunkt der Erde seinen Ort nicht verändert, wollen wir hier noch dahingestellt sein lassen. Wer nichts weiter von der Sache weiß, wird dieses schließen*).

8. Der Erdäquator wird, wie jeder Parallel- und jeder andre Kreis, in 360° eingetheilt. Denken wir uns durch jeden Grad einen größten Kreis gelegt, der durch Nord- und Südpol geht, so entstehen 360 Erdmeridiane, Halbkreise, deren Ebenen, bis zum Himmelsgewölbe verlängert, die 360 Meridiane des Himmels geben. Liegen zwei Orte auf demselben Erdmeridiane, so liegen sie gerade nord- und südwärts von einander. Da die Erde zu ruhen und der Meridian unsers Wohnortes festzustehen scheint, so treten alle Meridiane des Himmels in 24 Stunden von Osten gegen Westen in unsern Meridian und gehen scheinbar durch denselben. Wir können daher fragen: Wie viel Grade des Aequators und der Parallelkreise gehen in einer Stunde durch unsern Meridian?

Antwort. Da die Bewegung gleichmäßig ist, in jeder Stunde

$$\frac{360^\circ}{24} = 15^\circ.$$

Daraus folgt, daß ein Stern, der gerade 15° östlich von einem andern entfernt ist, eine Stunde später in unsern Meridian tritt oder culminirt.

---

*) Der in Nr. 7. vorgetragene Satz, daß die Erdachse stets denselben Punkten des Himmels zugewandt sei, ist kein streng wahrer Satz; aber diese Abweichung würde, hier gelehrt, den Schüler nur verwirren. Der erste (Elementar-) Unterricht darf nicht Alles geben. Die Sache ist in Kap. VI, 5. näher dargestellt.

Uebrigens rührt von dem beständigen Parallelismus der Achse die Beständigkeit der Erdverhältnisse her; denn dadurch ist die sich gleichbleibende Lage des Aequators gegen die Bahn der Erde (was man die Schiefe der Ekliptik genannt hat) und dadurch der regelmäßige Wechsel der Jahreszeiten, kurz die Constanz aller jetzigen Erdverhältnisse bedingt. Man denke sich ein willkürliches Hin- und Herschwanken der Erdachse — und Alles ist in Frage gestellt!

Der Parallelismus der Achsen rotirender Körper ist übrigens eine Folge des Beharrungsvermögens der Körper und somit ein Weltgesetz; wir finden es überall.

Veranschaulicht wird die Erscheinung durch den oben angeführten Versuch Plateau's. Man mag das Gefäß drehen, wie man will, die Drehungsachse der Oelkugel bleibt nach demselben Punkte des Himmels gerichtet. Ebenso ist es mit einer Magnetnadel. Man mag die Boussole drehen, wie man will: die Nadel behält dieselbe Richtung bei. Ebenso ein Kreisel, der sich auf einem Tische herumdreht, auch wenn man den Tisch in Bewegung setzt.

Umgekehrt können wir aus dem Unterschiede der Zeit des Culminirens zweier Sterne auf ihren Abstand nach Osten oder Westen schließen.

Derjenige Stern, der früher als ein andrer den Meridian passirt*), steht mehr nach Westen zu. Da in jeder Stunde 15° durch den Meridian gehen, also 1° in 4 Minuten, so macht ein Zeitunterschied von 4 Minuten in Betreff des Culminirens einen Unterschied von 1°. Wie oft 4 Zeitminuten Unterschied, so oft 1° Unterschied im Bogen. Wie oft 1 Stunde Unterschied, so oft 15° Unterschied im Bogen. 6 Stunden Zeit... 90°, 12 Stunden Zeit... 180°, 18 Stunden... 270° mehr ostwärts oder 90° westwärts, 24 Stunden... 360° oder 0°.

9. Einen Meridian hat man auf der Erde als den ersten angenommen, von dem aus die übrigen gezählt werden. Man denkt ihn 20° westwärts vom Meridian, der durch die Sternwarte von Paris geht, gelegt. Dieser Meridian geht etwa 23 Minuten östlich von der canarischen Insel Ferro vorüber, und heißt darum **Meridian von Ferro****). Von ihm aus zählt man ostwärts fort bis

*) Obige Sprechweise ist die gewöhnliche; aber wir wissen jetzt: nicht die Sterne passiren den Meridian eines Ortes, sondern der Meridian passirt die Sterne.

) Der erste Meridian hat im Laufe der Zeit verschiedene Schicksale erlebt. **Ptolemäus, der große Astronom und Geograph zu Alexandrien, etwa 150 Jahre nach Chr. G., legte den ersten Meridian durch die Gruppe der canarischen Inseln, damals die glücklichen genannt, ohne jedoch die Insel, durch die er ihn zog, speciell zu bestimmen. Während der Zeit des Mittelalters wurde er von den verschiedenen herrschenden Nationen theils durch Ferro gelegt, theils durch Teneriffa, deren himmelanstrebender Pic den Seefahrern zum Wegweiser diente.

Um dieser nachtheiligen Unbestimmtheit ein Ende zu machen, befahl **Ludwig XIII.** von Frankreich im Jahre 1634, daß von den Franzosen der erste Meridian künftig nur durch Ferro gelegt gedacht werden solle. Als man aber später fand, daß der Westpunkt von Ferro, welcher als Anfangspunkt der Zählung diente, nicht in runder Zahl 20°, sondern 20° 32′ 9″ westlich von der Pariser Sternwarte liege, so veränderte man, um der Bequemlichkeit und Kürze der Rechnung willen, abermals die Lage des ersten Meridians, und setzte fest, daß er genau 20° westlich von der Pariser Sternwarte seine Lage haben solle, eine Bestimmung, welche bis jetzt beibehalten worden ist. Derselbe liegt also 32′ 9″ östlich von der Westspitze der Insel Ferro. Um zu wissen, ob er, wie man zu sagen pflegt, **durch** Ferro geht, muß man die Ausdehnung der Insel von West nach Ost kennen. Diese beträgt ungefähr 2 deutsche Meilen, ein Grad des Parallels durch Ferro ist etwa 13,3 deutsche Meilen lang; mithin nimmt die Insel Ferro von West nach Ost einen Raum von ungefähr 9 Bogenminuten ein. Denn wenn 13,3 deutsche Meilen 60 Minuten thun, so thun 2 deutsche Meilen $\frac{2 \cdot 60'}{13,3} = 9$ Bogenminuten ungefähr. Der 20° westlich von der Pariser Sternwarte liegende erste Meridian geht also 32′ 9″ — 9′ = 23′ östlich von der Ostgränze Ferro's vorüber, also **nicht durch** Ferro. —

360°, dessen Meridian mit dem durch 0°, d. h. dem ersten, zusammenfällt, **oder** man zählt ostwärts **und** westwärts vom ersten bis 180°, so daß der 180ste nach Osten auch der 180ste gen Westen ist. (In jenem Falle spricht man von östlicher Länge oder Länge überhaupt, in diesem unterscheidet man östliche und westliche.)

Will man nun wissen, wie viel Grade der Meridian eines Ortes auf der Erde von dem ersten entfernt ist, so muß man die Größe des Bogens des durch den Ort gelegten Parallelkreises bestimmen, des Bogens desselben, der zwischen dem Orte und dem Durchschnittspunkte des Parallelkreises mit dem ersten Meridian liegt.

In Fig. 17. bedeute NASE den ersten Meridian, a einen Ort; man will wissen, wie viel Grade er vom ersten Meridian entfernt ist.

Man legt durch a einen Parallelkreis be mit dem Aequator AE. Alsdann stellt der Bogen ba die Entfernung des Ortes a vom ersten Meridian vor; bd die Entfernung des Ortes d, be die Entfernung des Ortes e, Ac die des Ortes c, AO die des Ortes O vom ersten Meridian.

Die Entfernung eines Ortes vom ersten Meridian (in dem angegebenen Bogen seines Parallelkreises ausgedrückt) nennt man seine **geographische Länge**. ab ist die geographische Länge des Ortes a, db die des Ortes d u. s. w. Da ab so viele Grade hat als cA, db so viele als OA u. s. w., so pflegt man die Grade der geographischen Länge auf dem Aequator AE zu bestimmen und, wenn es ein Globus ist, auf demselben abzulesen. Um Letzteres leicht zu machen, ist auf dem Erdglobus der erste Meridian verzeichnet, und außerdem läßt er sich unter einem feststehenden, messingenen Meridian fortbewegen. Will man die geographische Länge eines Ortes wissen, so bringt man ihn unter den feststehenden Meridian, sieht zu, wo derselbe in den Aequator einschneidet, z. B. in c für den Ort a, und lieset die Zahl ab, die hier steht. Der Anfangspunkt der Zählung, der Nullpunkt, ist A.

10. Der erste Meridian, als ganzer Kreis gedacht, theilt die Erdoberfläche in 2 Hälften. Die östliche von NAS gelegene nennt man die **östliche**, die andere die **westliche Halbkugel** (auf ebenen Flächen dargestellt: Planigloben). Alle auf der östlichen Halbkugel liegenden Orte haben östliche, alle auf der westlichen Halbkugel

---

Der Bequemlichkeit wegen pflegt der Astronom oft den Meridian **seiner** Sternwarte als den **ersten** zu betrachten. Kennt er die Länge derselben genau (was sich von selbst versteht), so ist die Reduction der auf diese Annahme gegründeten Rechnungen ein einfaches Additions- oder Subtractions-Exempel.

liegenden haben westliche geographische Länge. Die auf dem Halbkreise NES liegenden Orte haben 180° östliche oder westliche Länge, wie man will.

11. Unter der geographischen Breite eines Ortes verstehen wir, nach dem Früheren, die Entfernung eines Ortes vom Aequator, auf einem Bogen des Meridians des Ortes gemessen. Sie ist, wie wir uns erinnern, entweder nördlich, oder südlich, höchstens 90°. Die geographische Länge eines Ortes ist entweder östliche, oder westliche, höchstens 180°.

ac ist die geographische Breite, ab die geographische Länge des Ortes a. Da ac = bA, dO = bA u. s. w., so pflegt man die Grade der geographischen Breite auf den ersten Meridian zu tragen und von A an zu rechnen, auf- und abwärts. Bei N und S steht 90°. A ist also der Anfangspunkt für die geographische Länge und Breite. Die Grade jener werden von A, dem Nullpunkte, auf den Aequator ost- und westwärts, die Grade dieser von A aus nord- und südwärts auf den ersten Meridian getragen; von A bis E ost- und westwärts 180° bis E, von A bis N und S 90°.

Durch die geographische Breite wird der Parallelkreis bestimmt, unter oder auf welchem ein Ort liegt; durch die geographische Länge der Meridian, auf oder unter dem er sich befindet.

Beide schneiden einander in einem Punkte. Folglich wird durch die geographische Breite und Länge*) eines Ortes seine Lage oder sein Ort auf der Oberfläche der Erde vollkommen genau bestimmt, vorausgesetzt, daß bei der geographischen Breite angegeben ist, ob es nördliche oder südliche Breite, bei der geographischen Länge, ob sie als östliche oder westliche zu verstehen sei.

---

*) Woher die Namen: geographische Länge und Breite, da doch auf einer Kugelfläche von Länge und Breite nicht eigentlich die Rede sein kann?

Die Sache hat einen historischen Grund.

Zu den Zeiten des Ptolemäus hatte der damals bekannte Theil der Erdoberfläche ungefähr die Gestalt eines Rechtecks (Oblongums), dessen Ausdehnung von West nach Ost etwa 2mal so groß war, als die von Süd nach Nord. Die Erdoberfläche war nämlich bekannt von den canarischen („glücklichen") Inseln, dem äußersten Westen, bis zu der Gränze oder Küste von China („Sina" und „Thina"), dem äußersten Osten, und von Süd nach Nord von den vorausgesetzten Quellen des Nils auf dem Mondgebirge bis nach Island („der äußersten Thule"?). Da man nun die größere Ausdehnung Länge, die kleinere — Breite zu nennen pflegt, so mag dieses den Ptolemäus bestimmt haben, unter jener die Ausdehnung von West nach Ost, unter dieser die von Süd nach Nord zu verstehen. So sind sie in die Geographie gekommen und mit der näheren Wendung der geographischen Länge und Breite beibehalten worden.

Beispiel. Ein Ort habe eine nördliche Breite von 34° und eine östliche Länge von 25°; wo liegt er?

Man zählt auf einem Globus von A aus nordwärts auf dem Meridian 34°, z. B. Ab = 34°, und von A aus ostwärts auf dem Aequator 25°, z. B. Ac = 25°; durch b legt man einen Parallelkreis be mit AE, durch c einen Meridian NcS. Wo beide einander schneiden, in a, da ist die gesuchte Lage des Ortes.

12. Wie man die geographische Breite eines Ortes findet, wissen wir bereits. Durch die Polhöhe nämlich; denn die geographische Breite eines Ortes ist seiner Polhöhe gleich. Aber wie findet man seine geographische Länge, d. h. seine Entfernung vom ersten Meridian?

Dieses kann auf mehrfache Weise geschehen, doch nicht so leicht, wie man die geographische Breite bestimmt. Die verschiedenen Weisen aber wurzeln in demselben Gedanken. Es ist dieser:

Wüßten wir, wie viel Stunden oder Minuten der Ort, dessen geographische Länge bestimmt werden soll, früher oder später durch den festgedachten Meridian geht, oder, was dasselbe ist, wie viel später oder früher die Sonne ihm culminirt, als einem andern Orte, dessen geographische Länge bereits bekannt ist (wie z. B. die Länge von Paris, 20° östlich), so könnten wir aus dem Unterschiede der Zeit auf den Unterschied in der geographischen Länge schließen. Gesetzt, wir wüßten, die Sonne gehe 44 Minuten früher durch den Meridian von Berlin, als durch den von Paris, so wüßten wir gleich: Berlin liegt mehr östlich als Paris, und wie viel?

4 Minuten thun 1 Grad,
44 — — ? —

Antwort: 11 mal 1° = 11°.

Da nun Paris 20° östliche geographische Länge hat, so ist die geographische Länge von Berlin = 20° + 11° = 31° östlich vom ersten Meridian von Ferro. So in allen Fällen.

Die Aufgabe reducirt sich also auf die: den Unterschied in der Zeit von zwei Orten zu finden, von deren einem die geographische Länge bereits bekannt ist.

a) Durch eine genau gehende Uhr.

Man stellt z. B. in Paris eine Uhr genau nach der dortigen Zeit. Die Zeit eines Ortes wird immer nach dem Augenblick des Durchganges des Mittelpunktes der Sonne durch den Meridian des Ortes regulirt. Nun bringt man die fortgehende Uhr nach dem Orte, dessen geographische Länge man wissen will, und beobachtet hier den Unterschied in der Zeit der mitgebrachten, nach Pariser

Zeit gehenden Uhr und der genau bestimmten Zeit des Ortes. Sind für denselben an dem Beobachtungstage schon mehr Stunden verflossen, so ist die Sonne ihm früher durch den Meridian gegangen, er liegt also östlich vom Pariser Meridian. So oft der Zeitunterschied 4 Minuten beträgt, so viel Grade liegt der Ort mehr östlich. Und umgekehrt.

So genau gehende, zuverlässige Uhren sind schwer zu haben, weil sehr schwer zu verfertigen. (Das Nähere über die Zeit s. Kap. VIII!)

b) Durch Blickfeuer.

Man läßt auf einem Berge, einem Thurme, kurz einer Höhe, die von zwei Orten gesehen werden kann (am besten in der Nacht), ein Feuerzeichen machen, das nur einen Augenblick dauert, und dasselbe von Beobachtern an den beiden Orten bemerken, mit genauer Bestimmung der Zeit eines jeden der beiden Orte. Da die Uhr eines jeden Ortes nach dem Durchgange der Sonne durch den Meridian des Ortes gestellt war, so giebt der Unterschied in der Zeit der Beobachtung des Blickfeuers auf obige Art den Unterschied in der geographischen Länge.

c) Durch den electromagnetischen Telegraphen.

Diese Methode ist schon in Amerika zwischen Newyork, Philadelphia und Washington in Gebrauch gekommen; auch hat das Längenbüreau in Paris die Sternwarte mit der in Greenwich durch den unterseeischen Telegraphen über Calais nach Dover in Verbindung gesetzt*).

Die electromagnetische Bewegung (der Funke?) pflanzt sich durch einen Metalldraht, welcher zwei Orte mit einander verbindet, mit einer solchen Geschwindigkeit fort, daß ihr Erscheinen an beiden Orten als gleichzeitig angenommen werden muß. Durch denselben kann man also den Unterschied der wahren Zeit an beiden Orten und dadurch den Unterschied in der geographischen Länge genau bestimmen. Gesetzt, in dem Moment des wahren Mittags wird mit dem electromagnetischen Telegraphen ein Zeichen von Berlin nach Köln gegeben, und dasselbe kommt nach wahrer Zeit in Köln daselbst um 11 Uhr 28 Minuten an, so beträgt der Unterschied in Zeit

*) Le Verrier berichtet, daß dadurch der Längenunterschied der Sternwarten in Greenwich und Paris berichtigt und auf 2° 20′ 9″,4 festgestellt worden sei. Die Zeit, welche der electrische Funke oder die electrische Wirkung von der einen zur andern gebrauchte, betrug $\frac{8}{100}$ einer Secunde; sie war also in Verhältniß zu der angenommenen Schnelligkeit derselben (60000 Meilen in der Secunde) sehr groß. Le Verrier schreibt diese Verlangsamung der Wirkung des Taues (um den Draht im Meere) zu.

zwischen Berlin und Köln 32 Minuten. 4 Min. thun 1 Grad, 32 Min. 8 Grad. Kennt man nun die geographische Länge von Berlin oder Köln, so kennt man auch die des andern Ortes. Der electrische Telegraph wird zur Rectification der Längen der durch ihn verbundenen Orte benutzt werden.

(Durch den electrischen Telegraphen verbreitet man bereits die Nachricht von entstandenen Stürmen u. s. w. Ein Sturm legt in 1 Stunde etwa 10 deutsche Meilen zurück. Von Neworleans nach Newyork sind 350 deutsche Meilen; von dort nach hier braucht also ein solcher Sturm 35 Stunden Zeit, während die von Neworleans abgeschickte Nachricht zu gleicher Zeit in Newyork bekannt wird. Für Schifffahrt, Meteorologie u. s. w. ist daher der electrische Telegraph von der größten Wichtigkeit.)

d) Durch den Durchgang eines der beiden unteren (d. h. näher als die Erde bei der Sonne stehenden) Planeten durch die Sonne.

Blickfeuer zu machen, ist umständlich und kostspielig. Erzeugt die Natur nicht selbst Begebenheiten und Ereignisse, welche von verschiedenen, wo möglich weit von einander entfernten Orten zu gleicher Zeit, d. h. in demselben Augenblick, gesehen werden können?

Allerdings, aber die Ereignisse sind selten; z. B. sogenannte Durchgänge des Merkur oder der Venus durch die Sonnenscheibe.

Man beobachtet alsdann an verschiedenen Orten genau den Augenblick des Eintritts oder Austritts des betreffenden Planeten in die Sonnenscheibe oder aus derselben, und merkt sich genau die Zeit. Die Rechnung ist dann wie die obige.

e) Durch Fixsternbedeckungen durch den Mond.

Viel häufiger als Durchgänge eines Planeten durch die Sonnenscheibe finden Bedeckungen gewisser Fixsterne durch den Mond statt. Auch diese beobachtet man an verschiedenen Orten.

Das Schlimmste dabei ist nur, daß diese Erscheinungen nicht leicht in demselben (absoluten) Augenblick an verschiedenen Orten wahrgenommen werden. Aber die Astronomen wissen sich zu helfen, und sie helfen den Schiffern, für welche die Bestimmung der geographischen Länge von besonderer Wichtigkeit ist, durch besonders für sie eingerichtete Tafeln. Denn von der Kenntniß der geographischen Länge hängt es, nebst der Kenntniß der geographischen Breite, ab, ob sie genau die Stelle kennen, wo sich gerade ihr Schiff befindet. Und davon hängt wieder nicht nur die Sicherheit ab, mit der sie dem nach einem Hafen bestimmten Schiffe die Richtung geben können,

sondern auch oft Leben und Tod. Die Astronomen verfertigen darum zuverlässige Tabellen und lassen sie drucken, durch deren Gebrauch auch solche Schiffskapitäne, die nicht gerade astronomische Kenntnisse besitzen, sich helfen können. Der Schiffahrtskunde leistet die Astronomie die größten Dienste. Darum haben die seefahrenden Engländer sich besonders Mühe gegeben, einfache Methoden zur Bestimmung der geographischen Länge aufzufinden, was aber nicht weiter hierher gehört.

Anmerk. Zum Behuf der Längenbestimmungen enthalten die astronomischen Jahrbücher auch die sogenannten Monddistanzen, d. h. Entfernung des Mondes von bestimmten Sternen zu bestimmten Zeiten; Verfinsterungen der Jupiterstrabanten, welche sich zu Längenbestimmungen vorzüglich eignen, für einen bestimmten Ort; Verzeichniß der Sterne, welche in dem jedesmaligen Parallel des Mondes stehen. Das astronomische Jahrbuch von Encke für 1850 enthält z. B.:

a) für den 1. Januar 1850 9 Monddistanzen von Aldebaran (im Stier), 9 für Mars, 9 für Pollux (in den Zwillingen), 9 für Jupiter;
b) für den Monat Januar desselben Jahres 25 Sternbedeckungen, für das ganze Jahr 159, nach mittlerer Zeit ꝛc.;
c) für Januar 18 Verfinsterungen des 1sten Jupiterstrabanten;

=	9	=	2ten	=
=	4	=	3ten	=
=	2	=	4ten	=

13. Die Erde dreht sich in 24 Stunden um ihre Achse. Wenn jetzt die Sonne culminirt, so culminirt sie nach 24 Stunden wieder. Ein Fixstern aber culminirt, wie wir oben schon gesehen haben, schon nach 23 Stunden 56 Minuten wieder, und der Mond erst nach 24 Stunden 50 Minuten. Aus der ersten Thatsache schlossen wir auf eine Umdrehung der Erde von Abend gegen Morgen. Was folgt aus den beiden andern Thatsachen, wie steht es mit ihnen?

Hat der Mond in der That eine eigenthümliche Bewegung durch den Thierkreis in der Ordnung der Zeichen? Und wenn er sie hat, kommt sie auch, nur viel langsamer, der Sonne zu?

Da wir schon einmal erfahren haben, daß Bewegungen, die am Himmel vorzugehen scheinen (die täglichen), nicht an ihm, sondern an der Erde geschehen: ist es vielleicht eben so in Betreff der andern, der jährlichen Bewegungen? Versuchen wir es einmal mit diesem Gedanken! In der Erkenntniß der Dinge müssen wir uns sehr häufig mit Vermuthungen oder Wahrscheinlichkeiten (Hypothesen) begnügen; absolute Gewißheit ist nicht überall zu erreichen. Die Hypothese aber ist die wahrscheinlichste, welche die

Thatsachen am einfachsten und natürlichsten erklärt. Die Frage ist also die: dreht sich die Sonne um die Erde, oder die Erde um die Sonne?

Zusätze (Anmerkungen, Fragen und Aufgaben).

1. Die Zeit der Achsendrehung der Erde ist ganz genau immer dieselbe, ist auch stets dieselbe gewesen, und zwar ist die Drehung genau gleichmäßig; jeder Ort durchschreitet in gleichen Zeiten gleiche Räume. Vor Jahrtausenden drehete sich die Erde nicht um $\frac{1}{100}$ Secunde schneller oder langsamer um die Achse als jetzt. Darum ist die Zeit der täglichen Umdrehung der Erde um die Achse ein richtiges Grundmaaß der Zeit.
2. Ein Einwurf gegen die Achsendrehung lautete so: Wenn sie sich drehete, müßten die Nester den Vögeln, die sich in die Luft erhöben, weg fliegen — müßte ein von der Spitze eines Schiffsmastes herabfallender Stein hinter dem Schiffe niederfallen. —
3. Frage: Was für eine Figur beschreiben Thürme, Bäume 2c. während einer Achsendrehung der Erde (von der Drehung der Erde um die Sonne abgesehen, abstrahirt!)?

Antwort: a) in einem der Pole der Erde stehend — eine gerade Linie;
b) in einem Punkte auf dem Aequator stehend — einen Kreisring;
c) an allen andern Orten — den Mantel eines abgestutzten Kegels, dessen Spitze im Mittelpunkte der Erde liegt.

Der Kegel ist um so stumpfer (an der Spitze), je näher der Gegenstand dem Aequator, je geringer seine geographische Breite ist; je größer diese, desto spitzer ist der Kegel. Der Kreis kann als der stumpfeste, die gerade Linie als der spitzeste aller Kegel angesehen werden.

4. Man sagt bei uns von der scheinbaren täglichen Bewegung der Sonne, sie drehe sich von der Linken zur Rechten oder „rechts herum"; dreht sie sich für alle Bewohner der Erde in demselben Sinne „rechts herum"? Man versetze sich a) auf den Aequator; b) zwischen die Wendecirkel; c) auf dieselben; d) in die gemäßigten Zonen; e) auf die Pole!
5. Wie viel Gradminuten gehen in einer Zeitminute } durch den Meridian?
= = Gradsecunden = = = Zeitsecunde }
6. Da Paris 20° östlich vom ersten Meridian,
Berlin 31° 3′ 30″ = = =
Petersburg 47° 57′ 40″ = = = entfernt liegt,
wie viel Uhr ist es in Berlin und Petersburg, wenn die Sonne durch den Pariser Meridian geht?

Geht deßwegen auch die Sonne in Petersburg und Berlin eben so viel Zeit früher auf als in Paris?

7. Wenn es in Lissabon Mittag ist, so hat ein Ort unter dem ersten Meridian 11 Uhr 25 Min. 55 Sec.; welche geograph. Länge hat Lissabon?
8. Eine von Petersburg nach Philadelphia mitgebrachte (nach Petersburger Zeit gehende) Uhr zeigt um 6 Uhr Abends nach den Uhren in Philadelphia 11 Uhr 2 Min. 1 Sec. Nachts. Welches ist die geographische Länge von Philadelphia?
9. Der Eintritt einer Mondsfinsterniß wird auf einem Schiffe um 2 Uhr 30′ früh beobachtet. Nach dem astronomischen Jahrbuche beginnt sie in Paris um 4 Uhr 42′ früh. Auf (oder unter) welchem Meridian befindet sich das Schiff?
10. In den astronom. Tafeln ist der Abstand des Mondes von einem bestimmten Fixstern nach Tag und Stunde für Paris, z. B. um 9 Uhr 26′ 13″ Abends angegeben. Auf einem Schiffe bemerkt man denselben Abstand um 3 Uhr 15′ 16″ Morgens. Wo befindet sich das Schiff?
11. Berlin liegt 44′ 14″ Zeit östlich von Paris.
   = = 53′ 35″ = = = Greenwich. } Wie weit liegt Berlin im Bogen von beiden Orten entfernt?
12. 11° 3′ 30″
   13° 23′ 52″ }, wie viel thun die in Zeit?
13. Die Breitengrade nehmen, wegen der Abplattung der Erde nach den Polen hin, zu, die Längengrade dagegen ab. Jene Zunahme ist gering, diese Abnahme aber sehr stark, besonders in höheren Breiten. Letztere wird aus folgender Tabelle erkannt:

Unter	0°	Breite hat	ein Grad	der Länge	15	geogr. Meilen.
=	5	=		=	14,9	=
=	10	=		=	14,7	=
=	15	=		=	14,4	=
=	20	=		=	14	=
=	25	=		=	13,6	=
=	30	=		=	13	=
=	35	=		=	12,3	=
=	40	=		=	11,5	=
=	45	=		=	10,6	=
=	50	=		=	9,6	=
=	55	=		=	8,6	=
=	60	=		=	7,5	=
=	65	=		=	6,3	=
=	70	=		=	5,1	=
=	75	=		=	3,9	=
=	80	=		=	2,6	=
=	85	=		=	1,3	=
=	86	=		=	1	=
=	87	=		=	0,7	=
=	88	=		=	0,5	=
=	89	=		=	0,2	=
=	90	=		=	0.	=

Anmerkung. Länge und Breite einiger Sternwarten.

Namen:	Breite. + nördl. — südl.	Länge im Bogen von Ferro:	Länge in Berliner Zeit: + westl. — östl.
Abo	+ 60° 26′ 56,8″	39° 56′ 19,5″	— 0ʰ 35′ 33,2″
Berlin	+ 52 30 16,7	31 3 30	0 0 0
Mannheim	+ 49 29 13,7	26 7 28,5	+ 0 19 44,1
Palermo	+ 38 6 44	31 1 1,5	+ 0 0 9,9
Cap der guten Hoffnung	— 33 56 3	36 8 22,5	— 0 20 19,5

h = hora (Stunde).
Siehe Kap. VIII.!

5. Die Bewegung der Erde um die Sonne.

Die Alten zweifelten nicht daran, daß die Sonne sich um die Erde drehe. Schien diese Wahrheit ja sogar in dem heiligen Bibelbuch zu stehen. „Sonne, stehe still, zu Gibeon," sprach Josua an dem Tage einer Schlacht mit den Amoritern, um sie vollständig zu schlagen. „Und sie verzog," heißt es, „unterzugehen beinahe einen ganzen Tag." Muß man — so wurde geschlossen — befehlen, daß die Sonne still stehe, so muß sie in Bewegung sein. In scheinbarer Bewegung ist sie wirklich, sogar in doppelter; ob aber wirklich? „Sein oder Nichtsein?"

Schon die Alten versuchten, Erscheinungen an dem Himmel zu erklären. Manches leisteten sie durch scharfe Beobachtung und angestrengtes Nachdenken. Aber nach und nach, als sich seit der Wiedererweckung der Wissenschaften im 16ten Jahrhundert die Entdeckungen und Erfindungen vermehrten und man tiefer in die Natur eindrang, wollten die alten Erklärungsversuche nicht mehr ausreichen. Man gerieth in immer größere Verwickelungen hinein, bis es endlich ein großer und kühner Mann (der Scheiterhaufen drohete ihm — die Menschen haben sich zu allen Zeiten gegen neue Wahrheiten gesträubt) einmal versuchte, die Ansicht auf den Kopf zu stellen. Dieser große und erhabene Geist war Nicolaus Copernicus, ein Deutscher (die Deutschen sind eine erfindungsreiche Nation), geboren zu Thorn 1473, gestorben 1543.

Er lehrte zuerst gründlich und ausführlich, daß die Erde sich um die Sonne drehe. Diese große und erhabene Wahrheit (die Wahrheit ist immer erhaben — sie erhebt den Menschen — Wahrheit ist die Nahrung seines Geistes) wurde zwar Anfangs bekämpft, aber allmählig (ein Jahrhundert ist im Fortschritt der Menschheit keine lange Zeit) fand sie Eingang, erst bei einzelnen, tief forschenden Männern, nach und nach allgemein. Heut zu Tage zweifelt kein

vernünftiger Mensch mehr an der Richtigkeit der Lehren des Copernicus, und selbst in Rom dürfen die Gelehrten von seiner Ansicht als einer Hypothese reden. Eine Hypothese ist sie, aber eine solche, die an mathematische, folglich untrügliche Gewißheit gränzt.

Die Erde nimmt den 1,400,000sten Theil des Raumes ein, den die Sonne behauptet. Die Erde ist den übrigen Planeten, die sich gehorsam und bescheiden um die goldne Sonne drehen, in allem Uebrigen ähnlich. Ein Körper, der sich wie die Erdkugel um die Achse dreht, wie soll der in demselben Raume beharren, still stehen? Welche Kraft sollte die unermeßliche Sonne in ihrer Bahn um die Erde erhalten? Denn von selbst dreht sich kein Körper im Kreise herum. Er muß durch eine von dem Mittelpunkte der Bahn ausgehende anziehende Kraft gehalten werden. Und die kleine Erde sollte die Kraft besitzen, den Riesenkörper der Sonne in ihrer Bahn zu erhalten?

Es ging nicht länger; die frühere Ansicht, der alte Glaube ließ sich nicht mehr halten. Er verschwand den Menschen, trotz ihres Wunsches, ihn zu erhalten. Die Wahrheit machte sich endlich Bahn. Nun steht sie fest, und ohne Anfechtung*) können wir uns zu ihr bekennen: die Erde dreht sich um die Sonne.

Diese Thatsache liegt, wie alle andern in der Schöpfung, in der Natur der Sache. Und sie wird durch eine Menge anderer Thatsachen bestätigt. Die Gelehrten wissen darüber noch viel zu sagen. Uns genügt es, zu wissen, daß sich alle Erscheinungen aus ihr auf die einfachste und schönste Weise erklären lassen. Ein angenommener Satz, der falsche Folgen hat, ist falsch; aber wenn die Folgen

---

*) Ohne Anfechtung — jetzt. (?) Nicht so gut erging es Galileo (Galileo Galilei, geboren zu Pisa 15. Febr. 1564). Er bekannte sich zu der Lehre des Copernicus. Dafür wurde er in Rom eingekerkert und durch die Folter zum Widerruf veranlaßt. Aber was vermögen Drohung, Einkerkerung, Tod gegen die fortschreitende, immer siegende Wahrheit? Energische Geister lassen sich dadurch von der Forschung nicht abhalten. Freilich ist eine große Liebe zur Wahrheit und Wahrheitsforschung über die zu einer Zeit bestrittenen Dinge eine gefährliche Leidenschaft. Aber das lehrt die Weltgeschichte als Weltgericht: die sich gegen die Wahrheit stemmen und die Forscher verfolgen, kommen in der öffentlichen Meinung früher oder später — an den Pranger. Die Nachwelt hat noch jeden als Ketzer Verurtheilten absolvirt. Daß es übrigens staunenswerther Weise auch heut zu Tage noch Leute giebt, welche das Stillstehen der Erde behaupten und öffentlich vertheidigen, das ganze Copernicanische Weltsystem für falsch erklären, erweiset der Dr. der Theologie Frantz in Sangerhausen, der aus „Bibelgläubigkeit“, d. h. aus mißverstandenen Stellen der h. Sch. und aus Mißdeutung derselben, die ein Religionsbuch, nicht ein Buch der Weltkunde sein will, in einer besonderen Schrift seine, aller Erfahrung und allem regelrechten Denken widersprechende Ansicht zu vertheidigen sich bemüht. Die Astronomen gehen bei der Erscheinung eines solchen Opus stillschweigend zur „Tagesordnung“ über. —

nur wahr sind, d. h. mit den Erscheinungen übereinstimmen, so muß die Annahme wahr sein. Die Astronomen sagen, gestützt auf die Lehre des Copernicus, Himmelserscheinungen Jahre lang, ja Jahrhunderte lang, voraus, z. B. die Verfinsterungen, und zwar auf Tag, Stunde, Minute und Secunde genau — wie wäre dies möglich, wenn die Vordersätze falsch wären? Die Erde dreht sich um die Sonne. Wir fragen nach dem Näheren.

1. Die Erde dreht sich um die Sonne in einer gekrümmten Bahn (einer Kurve). Von dem Punkte aus, in welchem die Sonne steht, geht die anziehende Kraft aus, welche die Erde in ihrer Bahn erhält.

2. Die Erde vollendet diese Bahn in einem Jahre*).

3. Diese Bahn liegt zwischen den Sternbildern, welche den Thierkreis bilden. Die Ekliptik ist die scheinbare Sonnen-, die wirkliche Erdbahn.

Die Fixsterne sind unendlich weit entfernt, viel weiter entfernt als die Sonne und die Planeten. Die Sonne, der Mond, die Planeten scheinen bei den Fixsternen zu stehen und durch sie hindurch zu laufen.

4. Die Erde bewegt sich in der Ordnung der Zeichen des Thierkreises um die Sonne. Wenn, von der Sonne aus gesehen, die Erde bei der Wage gesehen werden würde, so sehen wir die Sonne in dem ihr gegenüberstehenden Widder. Während die Erde, von der Sonne gesehen, durch Wage, Skorpion, Schütze läuft, bewegt sich die Sonne scheinbar durch Widder, Stier, Zwillinge. Die Erde ist immer 180° von dem Punkte der Ekliptik entfernt, in welchem die Sonne zu stehen scheint.

5. Die Bahn der Erde ist kein Kreis, sondern eine Ellipse. Die Sonne steht in einem der Brennpunkte derselben.

Wäre die Erde immer gleich weit von der Sonne entfernt, so müßte diese uns immer gleich groß erscheinen.

Wir ziehen nach den entgegengesetzten Endpunkten eines Durchmessers der Sonnenscheibe (Fig. 18.) von unserm Auge zwei gerade Linien. Diese bilden an dem Auge einen Winkel, den sogenannten Sehewinkel, der die scheinbare Größe der Sonne bestimmt. Dieser Winkel ist in den verschiedenen Jahreszeiten nicht gleich groß.

*) Hebel läßt Einen sagen:
es wäre „artig zusammentreffend", daß die Erde gerade in einem Jahre um die Sonne komme. — An einem andern Orte sagt er:
„Was ist natürlicher, daß sich das Feuer um den Bratspieß, oder daß sich der Spieß um das Feuer dreht?"
„Das packte" — sagt Giehne — „die Erde war der Braten am Spieß, die Sonne das bratende Feuer" —

Folglich können wir uns nicht immer in gleichen Entfernungen von der Sonne befinden. Wir sind ihr bald näher, bald weiter von ihr entfernt. Aber die Ordnung kehrt wieder, und der Unterschied ist nicht sehr bedeutend. Kepler, ein andrer großer deutscher Astronom, hat gezeigt, und Newton, ein englischer Forscher, hat bewiesen, daß die Bahn der Erde eine Ellipse sei. Eine Ellipse ist eine ebene Figur von einer länglich krummen Linie umschlossen, welche entsteht, wenn man einen senkrechten Kegel mit einer Ebene durch seine beiden Seiten schief durchschneidet.

Fig. 19. stellt eine Ellipse dar; ab den längsten Durchmesser, die große Achse, cd die kleine Achse*). Die Sonne steht nicht in dem Durchschnittspunkt beider, in o, sondern außerhalb desselben, in einem Punkte der großen Achse, in S. Der demselben nächste Punkt des Umringes der Ellipse ist a, der entfernteste b. In a ist die Erde der Sonne am nächsten, in b am weitesten von ihr entfernt, in d und c hat sie die mittlere Entfernung von ihr. Der Punkt a heißt der Punkt der Sonnennähe (das Perihelium), der Punkt b der Punkt der Sonnenferne (das Aphelium). Sa bezeichnet die kleinste, Sb die größte Entfernung der Erde von der Sonne. Theilt man Sb in 30 gleiche Theile, so kommen dieser Theile 29 auf Sa; Sa ist also um $\frac{1}{30}$ kleiner als Sb. Die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne beträgt 21 Millionen Meilen. $\frac{1}{30}$ davon macht 700000 Meilen. Um so viel ungefähr ist die Erde in a der Sonne näher als in b. Man hat dies aus den verschiedenen Sehewinkeln berechnet.

6. Weil die Erde nicht immer gleich weit von der Sonne entfernt ist, so bewegt sie sich auch nicht mit gleichmäßiger Geschwindigkeit. Je näher sie der Sonne rückt, desto schneller bewegt sie sich. Im Punkte der Sonnennähe erreicht sie die größte, im Punkte der Sonnenferne die kleinste Geschwindigkeit. Der Unterschied ist nicht sehr bedeutend. Doch hat dies die Folge, daß die Erde die eine Hälfte ihrer Bahn dac in kürzerer Zeit zurücklegt, als die andere cbd. Der Unterschied beträgt etwa 7 Tage. Der Sommer der nördlichen Halbkugel fällt in die Zeit, in welcher die Erde den entfernteren Theil ihrer Bahn, cbd, zurücklegt. Deßhalb dauert das Sommerhalbjahr der nördlichen Halbkugel ungefähr eine Woche länger als das der südlichen**). Dieses ist die Erklärung (Erkennt-

*) Man spricht von Achsen bei rotirenden Körpern, von Achsen in elliptischen, parabolischen, hyperbolischen Bahnen. Wenn Zweideutigkeit entstehen kann, so nennt man jene — Drehungsachsen.

**) Obiger Zustand ist kein unveränderlicher. Nach 10500 Jahren fällt der Sommer der nördlichen Halbkugel in die Sonnennähe. Alsdann haben die nördliche und südliche Halbkugel in dieser Beziehung die Rollen getauscht.

niß) der weiter oben schon aufgefundenen Kenntniß. Unser Herbst nämlich (vom 23. September bis 21. December)

	beträgt	89 T.	17 St.,
der Winter	=	89 =	1 =
	Summa	178 =	18 =
Der Frühling	beträgt	92 T.	22 St.
Der Sommer	=	93 =	12 =
	Summa	186 T.	10 St.

Unterschied 7 Tage 16 Stunden.

7. Wie groß ist die mittlere Geschwindigkeit der Erde auf ihrer Bahn? Wir berechnen zuerst den Umkreis! Der Durchmesser der Erdbahn ist = 2.21 Millionen = 42 Millionen Meilen. Folglich der Umkreis, die Länge der Bahn = 3,14.42 Millionen = 132 Millionen Meilen in runder Zahl.

Diese legt die Erde in einem Jahre = 365 Tagen 5 Stunden 48 Minuten 47 Secunden zurück. Wie viel in einer Secunde? Man findet ungefähr 4 Meilen. Ein Punkt auf dem Aequator der Erde legt, vermöge der Achsendrehung, in einer Secunde 1500 Fuß zurück. Während dieser Zeit fliegt die Erde auf ihrer Bahn 4 Meilen = 4.24000 Fuß weiter. Beide Geschwindigkeiten verhalten sich also zu einander wie 1500:96000 = 1:64, d. h. die Bahngeschwindigkeit ist 64mal so groß als die Geschwindigkeit eines Punktes auf dem Aequator. Folglich wälzt sich die Erde auf der Bahn nicht so fort, wie eine Kegelkugel auf der Kegelbahn.

Veranschaulichen wir uns diese Bahngeschwindigkeit, von der wir an sich keine Vorstellung haben, durch einige Vergleichungen!

Ein wandelnder Mann legt in 1 Sec. etwa	4	Fuß zurück;
ein Dampfwagen = = = =	60	= =
ein Adler = = = =	96	= =
der Schall = = = =	1050	= =
die Erde = = = =	96000	= =

folglich ist sie 24000 mal so schnell als ein Mann;
1600 = = = = = Dampfwagen;
1000 = = = = = Adler;
91 = = = = der Schall.

8. Die Ekliptik macht mit dem Aequator einen Winkel von $23\frac{1}{2}$°. Woher rührt dieses*)?

Antwort: Die Achse der Erde steht senkrecht auf dem Aequator, aber nicht senkrecht auf der Ekliptik, ihrer Bahn, sondern schief auf

*) Die Frage ist auf den formellen, nicht auf den physischen Grund (die Ursache) gerichtet.

derselben. Sie macht mit der Bahn einen Winkel von $66\frac{1}{2}^0$; folglich muß die Ekliptik mit dem Aequator einen Winkel von $90^0 - 66\frac{1}{2}^0 = 23\frac{1}{2}^0$ machen. Beide Kreise theilen einander, wie alle größten Kreise einer Kugel, in 2 gleiche Theile. Die beiden Theile eines jeden liegen also auf verschiedenen Seiten des andern. Die eine Hälfte der Ekliptik liegt nördlich, die andere südlich vom Aequator, wie es Fig. 15. zeigt.

9. Der Winkel, den die Erdachse mit ihrer Bahn macht, ist nicht nur ein beständiger*), sondern die Achse bleibt sich selbst immer parallel. Beide Sätze sind für die Erklärung der Erscheinungen sehr wichtig. Mit ihnen muß man die Wahrheit, daß die Erde sich in einer Ellipse, in einer mittleren Entfernung von 21 Millionen Meilen von der Sonne, um dieselbe bewegt, zusammendenken.

Und dennoch bleibt die Achse immer nach denselben Punkten des Himmels gerichtet.

Denken wir uns die Erde in einem Endpunkte der großen Achse der Ellipse stehen, und die Erdachse bestimmten Punkten des Himmels, deren einer in der Nähe des nördlichen Polarsternes liegt, zugekehrt, so weiset die Achse in jedem Punkte ihrer Bahn nach denselben Punkten, ungeachtet sie sich selbst stets parallel bleibt. Fig. 20. Dies ist nur auf eine Weise zu erklären, nämlich dadurch, daß die Fixsterne so unermeßlich weit von uns entfernt sind, daß die Länge des Durchmessers der Erdbahn, 42 Millionen Meilen (es ist doch eine hübsche Länge, eine Kanonenkugel würde diesen Weg in 50 Jahren zurücklegen), gegen die Entfernung der Fixsterne verschwindet, Null ist. Wäre dieses nicht, so könnte die sich parallel bleibende Achse nicht in jedem Punkte ihrer Bahn auf dieselben Punkte des Himmels hinweisen. Die Entfernung der Fixsterne muß folglich außerordentlich, im gewöhnlichen Ausdruck sagt man: unendlich groß sein.

Noch ein (wenn auch kein neuer) Beweis für die Revolution der Erde um die Sonne durch die Aberration des Lichts.

Gesetzt, ein Regentropfen falle gerade senkrecht herunter, so wird ein ruhender Tisch, ein still stehender Mensch auch senkrecht davon getroffen. Wäre der Regentropfen ein Lichtpunkt, der in ein geöffnetes Auge fiele und seine Netzhaut träfe, so würde das Auge den Lichtpunkt aufwärts in senkrechter Richtung sehen.

Gesetzt aber, der Mensch stehe nicht still, sondern bewege sich, so würde der Regentropfen nicht senkrecht an dem Gesicht herunterfallen, son-

*) Die Feinheiten gehören nicht hierher.

dern, weil das Gesicht sich ihm entgegen bewegt, dasselbe treffen. Es wäre dasselbe, als wenn der Mensch still stände und der Tropfen ihm in schiefer Richtung von oben, von vorwärts, in's Gesicht schlüge. Ebenso würde das nach dem senkrecht herabschießenden Lichtatom zu sich bewegende Auge den Lichtstrahl so empfangen, als wenn es ruhete und der Lichtstrahl von oben und vorn her schief in das Auge fiele. Das Auge wird also den Lichtstrahl nicht in senkrechter, sondern in schiefer Richtung von vorn (nach der Richtung der Bewegung hin) herab kommen sehen. Denn das Auge sieht einen Strahl in der Richtung, die der Strahl hat, wenn er in das Auge fällt.

Die Sache wird durch ein andres Beispiel vielleicht noch deutlicher.

Gesetzt, ein Schiff gleite einen Fluß hinab, z. B. von Süd nach Nord, und von dem Ufer werde eine Kugel auf dasselbe abgeschossen in dem Augenblicke, in welchem seine Richtung eine Linie, von dem Standorte des Geschützes quer durch den Fluß gezogen, senkrecht durchschneidet. Durchschlägt nun die Kugel die Seiten des Schiffes, die sie senkrecht trifft, so macht das Schiff, während die Kugel durch den Querraum des Schiffes geht, einen gewissen Weg vorwärts, so daß die zweite Wand des Schiffes mehr nach dem Hintertheil des Schiffes zu durchbohrt wird. Eine gerade Linie, durch die beiden gemachten Löcher gezogen, wird also, auch wenn das Schiff augenblicklich zum Stillstande gebracht würde, verlängert den Ort des Geschützes nicht treffen, sondern vorwärts (nach der Richtung des Schiffes) an ihm vorbeigehen.

Das Schiff ist das Auge eines sich bewegenden Menschen, die Kugel ein Lichtatom von einem, z. B. im Zenith stehenden Sterne, jene Linie ist die Richtung, in welcher das Auge den Stern sieht, d. h. das Auge wird den Stern in der Richtung nach vorwärts, nach welcher der Mensch sich bewegt, sehen, also nicht an der Stelle, an welcher der Stern wirklich steht. Bewegte sich die Erde nun wirklich auf ihrer Bahn, so könnte der Mensch still stehen, und die Erscheinung wäre dieselbe. Umgekehrt: ereignet sich diese Erscheinung, so muß die Bewegung der Erde stattfinden. Dieses ist nun wirklich der Fall; man nennt die stattfindende Erscheinung die Abirrung (Aberration) des Lichts, von dem großen englischen Astronomen Bradley entdeckt (darum kein neuer, aber ein directer Beweis für die Revolution der Erde).

Denke man sich einen Stern in dem Pole der Ekliptik, und zerlege man die Kreisbewegung der Erde in 4 Theile, von welchen man den ersten Theil als vorwärts, den zweiten als links, den dritten als rückwärts, den vierten als rechts gerichtet bezeichnen kann. Empfängt das Auge den senkrecht herabkommenden Lichtstrahl des Sternes auf dem ersten Theile der Bahn, so sieht das Auge den Stern mehr vorwärts, als er steht, auf dem zweiten mehr nach links, auf dem dritten mehr rückwärts, auf dem vierten mehr rechts, d. h. der Stern scheint während eines Umlaufs der Erde um die Sonne um seinen wirklichen Standort einen kleinen Kreis zu beschreiben, in Folge der Revolution der Erde. Die Aberration des Lichts ist demnach ein directer Beweis für dieselbe.

Steht ein Stern in der (verlängerten) Ebene der Ekliptik, so wird seine scheinbare Bewegung nicht ein Kreis, sondern eine gerade Linie sein, in welcher der Stern hin und her schwankt.

Zwischen gerader und Kreislinie liegt die Ellipse; sie macht den Uebergang von der einen zur andern.

Sterne, welche zwischen den angenommenen Standorten der beiden Sterne, d. h. zwischen Ekliptik und den Polen derselben, stehen, werden vermöge der Aberration des Lichts eine (mehr der geraden oder mehr der Kreislinie sich nähernde) Ellipse beschreiben. Die scheinbaren Bewegungen sind natürlich wegen der ungeheuern Entfernung der Fixsterne nur durch sehr feine Instrumente meßbar. Der Durchmesser der kleinen Kreise oder die längste Achse der Ellipsen, welche die Sterne vermöge der Abirrung des Lichts im Laufe des Jahres beschreiben, ist nicht größer als 40 Secunden. Die Entdeckung Bradley's ist ein directer Beweis für die Revolution der Erde um die Sonne genannt worden; in Wahrheit ist es aber auch (nur?) ein indirecter.

Aufgaben.

a) Zeichnet einen Kreis, der die Ekliptik darstellen soll, und machet in demselben die 12 Zeichen des Thierkreises bemerklich; die Sonne in die Mitte, die Erde um sie herumlaufend in einer kreisförmigen Bahn!

In Fig. 21. steht die Sonne im Mittelpunkte, in dem kleineren Kreise bewegt sich die Erde, der äußere Ring stellt den Thierkreis dar:

Widder ♈, Stier ♉, Zwillinge ♊, Krebs ♋, Löwe ♌, Jungfrau ♍, Wage ♎, Skorpion ♏, Schütze ♐, Steinbock ♑, Wassermann ♒, Fische ♓.

Am 21. März wird die Sonne in dem Zeichen des Widders gesehen; die Erde von der Sonne aus in dem Zeichen der Wage. Vom 21. März bis zum 21. Juni rückt die Sonne durch Widder, Stier, Zwillinge u. s. w.

b) Stellet durch eine Zeichnung die schiefe Lage der Ekliptik gegen den Aequator dar und machet die auf- und absteigenden Zeichen sichtbar!

Fig. 22. Der Thierkreis liegt zwischen den Wendekreisen. Der Aequator ist um der Deutlichkeit willen weggelassen. Neben den Zeichen stehen die Namen der Monate, in welchen die Sonne in sie eintritt. Folgende Tafel zeigt die Tage, an welchen die Sonne in die verschiedenen Zeichen des Thierkreises tritt:

Tag.	Zeichen.	Länge (vom Frühlingspunkte an).
21. März	Widder (♈)	0 bis 30°
20. April	Stier (♉)	30 = 60°
21. Mai	Zwillinge (♊)	60 = 90°
21. Juni	Krebs (♋)	90 = 120°
23. Juli	Löwe (♌)	120 = 150°

Tag.	Zeichen.	Länge (vom Frühlingspunkte an).
23. August	Jungfrau (♍)	150 bis 180°
23. September	Wage (♎)	180 = 210°
23. October	Skorpion (♏)	210 = 240°
22. November	Schütze (♐)	240 = 270°
21. December	Steinbock (♑)	270 = 300°
20. Januar	Wassermann (♒)	300 = 330°
19. Februar	Fische (♓)	330 = 360°

c) Beantwortet die Fragen: Wie unterscheidet sich Umdrehung (Rotation) von Umlauf (Revolution)? Wodurch entsteht das allgemeine Zeitmaaß, Tag genannt; wodurch das höhere, Jahr genannt? Sind sie, wie die Raummaaße (Fuß, Zoll, Linie ꝛc.), willkürliche oder von der Natur bestimmte Maaße? Ist die Umdrehung, oder der Umlauf der Erde schwerer zu beobachten und zu erschließen?

6. Die Erklärung, besonders der jährlichen Erscheinungen.

A. Erde und Sonne.

Nunmehr sind wir im Besitz der Grund-Wahrheiten, aus welchen wir viele Erscheinungen ableiten, d. h. erklären können. Dieser Grundwahrheiten sind vier:

1. Die Erde dreht sich in 24 Stunden um ihre Achse, und zwar von Westen gegen Osten.

2. Sie dreht sich in 365 Tagen in einer fast kreisförmigen Bahn um die Sonne.

3. Die Erdachse macht mit der Erdbahn einen Winkel von $66\frac{1}{2}°$.

4. Die Lage der Achse bleibt immer dieselbe (sich selbst parallel).

Wer diese vier Sätze nicht nur einzeln weiß, und sich bei jedem das Richtige vorstellt, sondern auch mit einander verbinden kann: der ist im Stande, sich die Haupterscheinungen des Himmels so vorzustellen, wie sie sind. Dem Leser dieses zu erleichtern, ist nun unser Geschäft. Unsre Hülfsmittel sind Vorrichtungen, Zeichnungen, Modelle und das belehrende Wort. Das lebendige des Lehrers hat gar große Vorzüge vor dem todten Buchstaben. Nirgends fühlt man dies mehr als hier, wo von Erscheinungen die Rede ist, die im unendlichen Weltraume angeschaut werden sollen, was ohne Energie des Verstandes und ohne productive Phantasie nicht möglich ist.

1. Wir kehren zu unserm runden Tisch zurück. Dies Mal soll er die Ebene der Erdbahn, die Ekliptik, vorstellen. Wenn wir

können, so schneiden wir, etwa in der Entfernung eines Fußes vom Mittelpunkte desselben, eine kreisförmige Tiefe aus, in der wir eine kleine Kugel um den Mittelpunkt herum fortbewegen können. In dem Mittelpunkt denken wir uns die Sonne, die kleine Kugel stellt die Erde vor, und am Rande des Tisches bezeichnen wir 12 gleiche Theile, die Zeichen des Thierkreises. Geht das Einschneiden des Tisches nicht, so stelle die Peripherie desselben die Erdbahn vor. Wir denken uns dann die Tischebene bis zu den Wänden des Zimmers verlängert und denken uns daselbst, rings um uns herum, die 12 Zeichen des Thierkreises. Wir bestimmen die Stelle eines jeden Zeichens, merken uns besonders die 4 Hauptzeichen (die Stationsorte der Sonne und der Erde beim Beginn der astronomischen Jahreszeiten) Widder, Krebs, Wage, Steinbock.

Die Kugel, die wir in der Hand haben, stellt die Erde vor. Sie ist durchbohrt und ein Stab durchgesteckt, um den, als Achse, sie sich frei drehen kann. Auf ihr sind deutlich verzeichnet der Aequator, die Wende- und Polarcirkel und ein Meridian. Dieses sind die Vorrichtungen.

Der Lehrer stellt sich so an den Tisch, daß er einen der Cardinalpunkte des Thierkreises gerade hinter sich, folglich den entgegengesetzten vor sich, den dritten zur rechten, den vierten zur linken Hand hat. Angenommen, er habe den Anfangspunkt der Wage hinter sich, den Steinbock zur Rechten u. s. w.

1) Er hält die Erdkugel so an die Tischebene, daß ihr Aequator mit derselben einen Winkel von $23\frac{1}{2}^0$ macht (dem Augenmaaße nach). Er läßt nun die Erde um die Tischebene wandern, so daß dieser Winkel immer derselbe, und die Erdachse sich stets parallel bleibt. Beide Umstände muß er genau bemerken lassen, dann darauf aufmerksam machen, daß die Erdachse nicht stets nach demselben Punkte der Zimmerdecke gerichtet sein kann, weil diese zu nahe ist, also das Himmelsgewölbe nicht vorstellen kann. (Wie die Lage der Erdkugel eben beschrieben worden, so bleibt sie nachfolgend immer.)

2) Er hält die Erdkugel in derselben Lage vor sich an die Tischebene.

Fragen: Wo erscheint jetzt die Sonne von der Erde aus? (Im Anfangspunkte des Widders.) Wo würde die Erde von der Sonne aus gesehen werden? (Im Anfangspunkte der Wage.) Welchen Tag des Jahres haben wir? (21. März.) Welche Jahreszeit? (Frühlingsanfang der nördlichen Halbkugel.) Welchen Weg muß die Erde nehmen? (Durch Wage, Skorpion, Schütze hindurch.) Welchen Weg nimmt die Sonne? (Durch Widder, Stier, Zwillinge.)

Daß Alles gezeigt wird, versteht sich von selbst. Auge, Mund und Arm sind in steter Bewegung.

Nun läßt man die Erde die drei genannten Zeichen durchschreiten, ohne Achsendrehung.

Der zweite Standpunkt derselben ist in dem Steinbock, der dritte im Widder, der vierte im Krebs. Dieselben Fragen kehren wieder. So bekommen die Schüler eine richtige Anschauung von den 4 Hauptstellungen der Erde gegen die Sonne. Kann man das Zimmer dunkel machen und in der Mitte des Tisches eine Lampe, welche die Sonne vorstellt, anbringen, desto besser. Es ist ein Leichtes; darum versäume man es nicht! Was die Schüler bei der ersten Bewegung noch nicht deutlich erschaut haben, wird bei der zweiten hervortreten.

3) Wiederum die erste Stellung! Das Frühere wiederholt! Beobachtet jetzt, auf welchen Punkt der Erdoberfläche die Sonnenstrahlen senkrecht fallen! Antwort: Auf die Punkte, welche auf dem Aequator liegen. Wie weit reichen die Sonnenstrahlen? Antwort: Vom Südpole bis zum Nordpole. Nun wird die Erde auf ihrem Standpunkte um die Achse gedreht. Folgerung: Am 21. März scheint sie durch den Aequator zu laufen, jeder Ort der Erdoberfläche bleibt eben so lange auf der Tag- als auf der Nachtseite, auf der ganzen Erde sind Tag und Nacht gleich. Hierauf läßt man die Erde nach der Richtung zum 2ten Hauptstandpunkte hin, etwa ein Zeichen, fortwandern.

Was zeigt sich? Die Sonne ist nordwärts vom Aequator fortgerückt, der Sonnenstrahl trifft Orte senkrecht, welche nordwärts vom Aequator liegen, sie scheint über den Nordpol hinaus; am Südpol ist fortwährend Nacht, die Erde mag sich um die Achse drehen, wie sie will. Mehr als die Hälfte der Parallelkreise, auf welchen die Orte der nördlichen Halbkugel liegen, ist erleuchtet, auf der südlichen Halbkugel weniger; dort nehmen die Tage zu, hier ab.

4) Zweite Stellung. Die Erde steht im Steinbock, die Sonne im Krebs.

Der Sonnenstrahl trifft senkrecht die Orte auf dem Wendekreise des Krebses. Durch die Achsendrehung beschreibt sie diesen Kreis. Sie scheint über den Nordpol hinaus bis auf die andre Seite des nördlichen Polarkreises, im Süden berührt die Lichtgränze nur einen Punkt des südlichen Polarkreises. Die Orte der nördlichen Halbkugel haben den längsten, die der südlichen den kürzesten Tag. Je weiter ein Ort gen Norden liegt, desto länger dauert sein Tag. Die auf dem nördlichen Polarkreis wohnen, haben einen 24stündigen Tag; die weiter nördlich wohnen, mehrere Monate, der Nordpol hat schon 3 Monate Tag gehabt.

In derselben Weise wird die Bewegung der Erde fortgesetzt, so daß an der dritten und vierten Hauptstellung alle Erscheinungen wahrgenommen, mit Worten angegeben und gezeigt werden.

Die Hauptsachen, auf die es ankommt, sind:

1) Erkennung der Punkte der Erdoberfläche, welche in irgend einer Stellung der Erde den Sonnenstrahl senkrecht empfangen; 2) die damit zusammenhängende, aus ihr folgende Lichtgränze (Gränze der beleuchteten Erdhälfte); 3) die damit wieder zusammenhängende Länge der Tage und Nächte in verschiedenen Breiten.

Ein Viertes wäre nun noch, die Art des Heraufkommens der Sonne über den Horizont irgend eines Ortes, wenigstens auf den 4 Hauptstationen, zu erkennen. Zu dem Ende bringt man einen Ring an der Erdkugel an, der ungefähr eine solche Weite (Oeffnung) hat, daß er über die Erdkugel so geschoben werden kann, daß er überall 90° von dem Orte, von dessen Horizont die Rede, entfernt ist. Alsdann braucht man nur auf den 4 Stationen die Erdkugel um die Achse zu drehen, und zu beobachten, wie die Sonne sich über den Horizont erhebt und wieder unter demselben verschwindet. Diese kleine Vorrichtung ist besonders lehrreich. Die etwa nachgebliebene falsche Auffassung des Auf- und Untergehens der Sonne verschwindet auf einmal.

Nimmt man an verschiedenen Stellen des nachgemachten Umlaufes der Erde um die Sonne die Achsendrehung vor, so wird man sich davon überzeugen, wie die Ekliptik so, wie sie auf den Erdgloben dargestellt zu werden pflegt, gar nicht dahin gehört und den Anfänger nur zu falschen Vorstellungen verleitet. Man muß darauf bei dem Gebrauche eines künstlichen Globus, dessen eine Schule nicht leicht entbehren kann, ganz besonders aufmerksam machen.

Lehrreich ist es dagegen, einen Faden von der Sonne aus an irgend einem Punkte des Erdäquators zu befestigen und von der Frühlingsstation aus die Achsendrehung machen zu lassen. Alsdann windet sich der Faden so um die Erde, wie die Sonne über derselben Kreise zu beschreiben scheint. Der Faden bildet eine Spirallinie von dem Aequator bis zum nördlichen Wendekreis und von da wieder zurück. Auf einem größeren Globus kann man diese Darstellung auch mit einem Stück Kreide machen.

Um sich zu überzeugen, in welchem Grade der Schüler die Sache gefaßt hat, thut man Zweierlei:

1) Man begiebt sich mit ihm wieder auf einen freien Horizont und läßt ihn Alles, was er bisher in dem Zimmer zugelernt hat, an dem Himmel und an dem Horizont nachweisen. Hier kann der Horizont auch die Ekliptik vorstellen; die Zeichen des Thierkreises bestimmt man an der

Gränze des Horizontes durch Bäume, Häuser u. s. w., oder durch 12 Menschen, die in gewisser Entfernung in einem Kreise aufgestellt werden. Die Lage des Aequators wird durch Bewegung eines Stabes dargestellt. Alles wird durchgesprochen!

2) Man stellt dem Schüler die Aufgabe, Zeichnungen zu entwerfen über die Hauptstellungen der Erde gegen die Sonne.

Er wird, wenn er die Sache verstanden hat, eine Figur liefern, die etwa Fig. 23. ähnlich ist. In derselben stellen die Linien n s die Lagen der sich parallel bleibenden Achse, a e den Aequator vor. Die Stellung der Erde zur linken Hand ist die, welche sie am 21. Juni, die zur rechten Hand die, welche sie am 21. December inne hat. h r scheidet die Licht= von der Schattenseite. In der Figur links bezeichnet w k den nördlichen Wendekreis, dessen Orten jetzt die Sonne durch den Scheitelpunkt geht; in der Figur rechts bezeichnet b o den südlichen Wendekreis u. s. w.

Die beiden andern Stellungen der Erde sind die in den Aequinoctien. Da aber an diesen Tagen der Sonnenstrahl den Aequator senkrecht trifft und die Figur dieses nicht darstellt, so muß für diese beiden Stellungen eine andre Figur entworfen werden.

Etwa Fig. 24.; n s stellt die Lage der Erdachse, a e den Aequator vor. n s schneidet zugleich die der Sonne zugekehrte, beleuchtete Hälfte von der ihr abgewandten, dunkeln ab. Es zeigt sich, daß die Sonne vom Nordpole bis zum Südpole scheint und Tag und Nacht auf der Erde gleich sind.

1. Nun endlich ist es zu rathen, den Schülern ein T e l l u r i u m zu zeigen, eine Maschine, an der die Sonne durch eine Lampe, die Erde durch eine mit ihrer Achse gegen die Ekliptik geneigte, um die Achse und um die Sonne drehbare Kugel dargestellt ist. Mehr darf zuerst an der Maschine nicht gezeigt werden. Der Mond bleibe noch ganz aus dem Spiel! Fängt man, wie es noch hie und da geschieht, den Unterricht mit Modellen und Maschinen an, so verdammt man (in der Regel) die Schüler zur Unfähigkeit, jemals die Sache zu begreifen. Nur zur rechten Zeit leisten jene gute Dienste. Mit dem Gehen auf Krücken fängt man nicht an. Die Betrachtung des Urbildes (der Natur) muß der Betrachtung des Abbildes v o r h e r g e h e n. Erst beobachten, d a n n experimentiren! (In dem geographischen Unterrichte ist Jenes nur an der Heimath möglich.)

2. Endlich kann man nun auch den Erdglobus für sich gebrauchen. Es taugt nicht, wenn man ihn zu Anfang in isolirte Betrachtung zieht. Der Anfangsunterricht in der gewöhnlichen Geographie mag es thun; da kommt es nur auf eine anschauliche äußere Auffassung der Configuration der Länder und auf historische Annahme der in späterem Unterricht zu erläuternden Namen: Aequator, Wendekreise u. s. w. an. Der Unterricht ist dogmatisch. Aber ein b i l d e n d e r Unterricht in der m a t h e m a t i s c h e n oder a s t r o n o m i s c h e n Geographie wird nie mit dem Globus beginnen. Man muß die Erde immer in ihrer Verbindung mit

dem Ganzen, besonders mit der Sonne, denken. Liegt diese Betrachtungsweise im Geiste des Schülers fest, dann kann man den Globus auch für sich betrachten, nicht früher.

Wir setzen voraus, daß die Schule einen Erdglobus besitze, eine billige Voraussetzung, da er zu den lehrreichsten Lehrmitteln gehört und zweckmäßige Erdgloben jetzt für einen Spottpreis zu haben sind*). Sollte eine Schule aber auch diese kleine Anschaffung nicht machen können, so wird doch wohl ein Drechsler in der Nähe sein, der eine hölzerne Kugel zu drehen versteht. Das Uebrige ist Sache des Lehrers. Der künstlichen Apparate bedarf die Volksschule nicht.

1) Zuerst wird der Schüler mit dem Globus bekannt gemacht, mit der Erdachse, den Meridianen und Parallelkreisen, dem messingnen Meridian, dem feststehenden Horizont u. s. w.

2) Nun bringt man ihn in die 3 Hauptpositionen: für den Aequatorbewohner, den Bewohner eines Pols, für einen Ort von mittlerer Breite. In einer jeden werden die Bewegungen gezeigt und die Erscheinungen, die dadurch entstehen.

3) Die Sätze von der geographischen Länge und Breite werden zurückgerufen; mehrerer Orte geographische Länge und Breite wird bestimmt.

Daran knüpft sich Neues über die **Nebenbewohner**, **Gegenbewohner** und **Gegenfüßler** (Antipoden).

Unsere **Nebenbewohner** sind diejenigen, welche mit uns denselben Parallelkreis bewohnen, aber 180° von uns entfernt sind. Folglich haben sie mit uns gleiche geographische Breite und entgegengesetzte geographische Länge. Was theilen sie mit uns in Betreff der **Jahres-** und **Tageszeiten**, der **Zone** und des **Klima's**?

Antwort. Da sie mit uns dieselbe Halbkugel bewohnen, so haben sie dieselbe Jahreszeit, die wir haben. Da sie aber 180° von uns entfernt sind, so haben sie entgegengesetzte Tageszeit. Wenn wir Mittag haben, so haben sie Mitternacht.

Daß Nebenbewohner in derselben Zone und in demselben astronomischen Klima leben, leuchtet für sich ein.

Gegenbewöhner sind diejenigen, welche gleiche, aber entgegengesetzte geographische Breite und dieselbe geographische Länge haben. Folglich wohnt der eine eben so weit nördlich, als der andre südlich vom Aequator, und beide unter demselben Meridian.

Wie steht es mit ihnen in Betreff der obigen 4 Stücke?

Antwort. Da sie auf verschiedenen Halbkugeln, welche der

*) Das geographische Institut von **Adami** & Comp. in Berlin (Dietrich Reimer) liefert sehr vorzügliche Relief- und andere Himmels- und Erdgloben, das Stück für 2 bis 25 Rthlr., die größten Erdgloben von 30 rheinl. Zoll Durchmesser à 80 Rthlr., die eben so großen Relief-Erdgloben à 100 Rthlr.; **Greßler** bei Cölleda fünf verschiedene Sorten, das Stück für 1, 3, 4½, 7½ und 10 Rthlr. Die Globen, welche das Landes-Industrie-Comtoir in Weimar liefert (jetzt bearbeitet von **Kiepert** und **Bruhns**), behalten auch ihren Werth.

Aequator von einander trennt, wohnen, so haben sie entgegengesetzte Jahreszeiten, der eine hat den längsten Tag, wenn der andere den kürzesten hat u. s. w. Da sie aber unter demselben Meridian wohnen, so culminirt ihnen die Sonne in demselben Augenblick, sie haben also zu gleicher Zeit Mittag und Mitternacht.

Leichtsinnige Schüler werden daraus schließen, daß es bei den Gegenbewohnern auch zu gleicher Zeit, in demselben Augenblicke, Morgen und Abend wird. (!)

Gegenbewohner wohnen in entgegengesetzten, aber gleichen Zonen und in einerlei Klimaten. (Das Wort Klima in dem oben angegebenen Sinne genommen; sonst weiß man, daß Orte, von gleicher geographischer Breite auf verschiedenen Halbkugeln, darum nicht gleiches Klima, d. h. gleiche Temperatur und was damit zusammenhängt, haben.)

Gegenfüßler sind diejenigen, welche an entgegengesetzten Enden eines Erddurchmessers wohnen. Sie haben also gleiche, aber entgegengesetzte geographische Breite und entgegengesetzte geographische Länge. Sie wohnen auf entgegengesetzten Halbkugeln, der eine auf der nördlichen, der andre auf der südlichen, der eine auf der östlichen, der andre auf der westlichen. (Auf welcher Halbkugel wohnt der Aequatorbewohner, auf der nördlichen oder südlichen? Auf welcher der Polbewohner, auf der östlichen oder westlichen? Welche Menschen wohnen auf gar keiner; welche nur auf einer Halbkugel? Sind das räthselhafte Fragen?) Folglich haben Gegenfüßler entgegengesetzte Jahres= und entgegengesetzte Tageszeiten. (Auch die, auf welche eben durch Fragen hingedeutet wurde?) Gegenfüßler wohnen in gleichen aber entgegengesetzt liegenden Zonen und in gleichen Klimaten. (Wiederum: alle?)

Unser Zenith ist das Nadir unserer Antipoden, und umgekehrt. Alles, was über unserm Horizont ist, ist in demselben Augenblick unter dem ihrigen; was uns aufgeht, geht ihnen unter, und umgekehrt. Ihre wahren Horizonte fallen in dieselbe Ebene.

Zusammenstellung des Wesentlichsten.

Nebenbewohner:	dieselbe Jahreszeit,	entgegengesetzte Tageszeit;
Gegenbewohner:	entgegengesetzte —,	dieselbe —
Gegenfüßler:	entgegengesetzte —,	entgegengesetzte —

Wo ist also ein einfacher, wo ein doppelter Gegensatz? In welcher Beziehung vermittelt der Nebenbewohner und der Gegenbewohner die Extreme der Gegenfüßler?

Aufgabe. An einer Figur Nebenbewohner, Gegenbewohner und Gegenfüßler darzustellen!

Fig. 25. NASC sei ein Meridian, NS die Erdachse, AQ der Aequator, BC und DE Parallelkreise, gleichweit vom Aequator entfernt, DC und BE folglich Erddurchmesser. Alsdann wohnen:

in B und C, in D und E Nebenbewohner;
in B und D, in C und E Gegenbewohner;
in B und E, in C und D Gegenfüßler.

Fragen. Wo wohnt der Nebenbewohner von N? von S?

Welche Nebenbewohner sind am weitesten von einander entfernt?

Wo wohnt der Gegenbewohner von A?

Welche Gegenbewohner sind am weitesten von einander entfernt?

AQ oder NS ist der gemeinschaftliche wahre Horizont — welcher Gegenfüßler?

Geographische Länge Berlins (östlich) = 31°, nördliche Breite = $52\frac{1}{2}$°. Unter welchen Längen- und Breitengraden wohnen die Neben- und Gegenbewohner und die Gegenfüßler der Berliner?

Wie viel Uhr ist es unterm Meridian von Paris, der 20° östlich vom ersten Meridian liegt, wenn es in Berlin gerade Mittag ist?

Ist zu gleicher Zeit auf der Erde Morgen, Mittag, Abend und Mitternacht? Wo liegen die Orte, die in dem Augenblick, wenn Berlin Mittag hat, Morgens 6 Uhr, Mitternachts 12 Uhr, Abends 6 Uhr haben? Wie viel Uhr ist es, wenn man in Berlin den 30. Mai Abends 10 Uhr schreibt, an Orten, welche unter den Meridianen von 121, 211, 301 Grad (östlich) liegen? Giebt es demnach nur ein heute, oder auch zu gleicher Zeit ein gestern und morgen auf dem Erdball?

4) An dem Globus lassen sich noch mancherlei Aufgaben auflösen; für den Schulunterricht sind manche zu künstlich, oder nur in nächster Nähe zu vollziehen; doch wollen wir später zu einigen veranlassen. Hier benutze man ihn noch zu einer Auseinandersetzung! Sie kann zwar übergangen werden, aber sie befestigt die richtige Ansicht von einer der wesentlichsten Vorstellungen: der Schiefe der Ekliptik und allem dem, was davon auf der Erde — Jahreszeiten, Verschiedenheit der Länge der Tage und Nächte, physische Klimate, Vegetation, Animalisation u. s. w. — abhängt.

Man stellt darum die Frage: Was für Folgen würde es für die Erdoberfläche haben, wenn die Schiefe der Ekliptik eine andre, entweder = 0, oder = 90°, oder $< 90°$, aber $> 23\frac{1}{2}°$ wäre? Der Globus ist zur Hand.

a) Wäre die Schiefe der Ekliptik = 0, d. h. fiele sie mit der Aequatorebene zusammen, so wäre auf der ganzen Erde beständig Tag und Nacht einander gleich, die Pole hätten die Sonne beständig im Horizont, auf der ganzen Erde herrschte eine constante mittlere Temperatur für jeden Tag, die Sonne erreichte für den Horizont von Berlin täglich eine Höhe von $37\frac{1}{2}$°, Cerealien und Obst würden nicht mehr reif werden u. s. w.

b) Wäre die Schiefe der Ekliptik = 90°, d. h. stände ihre Ebene senkrecht auf der Ebene des Aequators, die Erdachse läge in der Ekliptik und bliebe sich parallel, was würde geschehen?

1) Für einen Ort auf dem Aequator?

An einem bestimmten Tage würde ihm die Sonne im Nordpunkte des Horizontes stehen, am nächsten Tage und an den folgenden sich wenig über den Horizont erheben, doch täglich höher steigen, nach einem Vierteljahre ihm durchs Zenith gehen, dann sich nach Süden zu senken,

nach $\frac{1}{2}$ Jahre im Südpunkte des Horizontes erscheinen u. s. w., Tag und Nacht das ganze (?) Jahr hindurch gleich machen, 2mal im Jahre sehr große Hitze und sehr große Kälte erzeugen u. s. w.

2) Für die beiden Pole?*)

An jenem Tage würde die Sonne dem ihr zugekehrten Pole im Zenith stehen, ein Vierteljahr früher über seinen Horizont heraufgekommen und täglich höher gestiegen sein, ohne unterzugehen, in einer Schraubenlinie sich zum Zenith erhebend, von jenem Tage ab sich dem Horizont wieder nähern und nach einem Vierteljahr unter denselben verlieren, und ein ganzes halbes Jahr unsichtbar bleiben, folglich im Sommerhalbjahr die größte Hitze, im Winterhalbjahr die größte Kälte erzeugen u. s. w.

3) Für einen Ort von mittlerer Breite, z. B. Berlin, $52\frac{1}{2}^0$?

Die Sonne geht im Jahre durch eine Bahn, welche auf dem Aequator senkrecht steht, und ihre Tagbogen liegen mit dem Aequator parallel. An jenem Tage steht die Sonne im Nordpol des Himmels, macht keinen sichtbaren Bogen, steht scheinbar still. Die Sonne geht nicht unter. Von da ab bewegt sie sich in einer Schraubenlinie von Ost gen West dem Horizonte zu, geht, wenn sie sich $37\frac{1}{2}^0$ vom Nordpol entfernt hat, durch das Zenith von Berlin, fängt aber erst, nachdem sie sich $52\frac{1}{2}^0$ vom Pol entfernt hat, an, unterzugehen; $\frac{1}{4}$ Jahr nach jenem Tage macht sie Tag und Nacht gleich, geht immer südlicher, sinkt immer tiefer, bis sie $37\frac{1}{2}^0$ südlich vom Aequator unter dem Horizont ganz verschwindet und viele Tage gar nicht aufgeht u. s. w. Ein sehr kalter Winter wird also auf einen sehr heißen Sommer folgen.

c) Wäre die Schiefe der Ekliptik $< 90^0$, aber $> 23\frac{1}{2}^0$, so würde für Berlin die Ungleichheit der Tage und Nächte, der Unterschied der Jahreszeiten größer werden, die Sommer würden heißer, die Winter kälter sein, die Breite der heißen und kalten Zonen würde zu-, die der gemäßigten abnehmen, kurz der Einfluß auf alle Verhältnisse würde bedeutend sein.

Nun ändert sich die Schiefe der Ekliptik etwas, aber wenig, und die Veränderung ist in bestimmte Gränzen eingeschlossen. Für den Bestand der jetzigen Verhältnisse auf der Erdoberfläche ist demnach gesorgt. Er ist bedingt durch den regelmäßigen Wechsel der Jahreszeiten. Je mehr sich der Winkel, unter welchem der Sonnenstrahl die Horizontebene trifft, dem rechten nähert, desto energischer trifft der Strahl die

---

*) Der Aequator und die Pole bilden auf der Erde in Betreff der Erscheinungen die höchsten Gegensätze. Man stellt sie daher neben einander, läßt sie unmittelbar auf einander folgen. Denn: Gegensätze beleuchten einander. Die zwischen Aequator und Polen liegenden Orte vermitteln diese Gegensätze. Die Vermittlung muß erst nach Aufstellung der Gegensätze eintreten. Und nachdem dieses geschehen ist, zeigt man den allmähligen Uebergang des einen Gegensatzes in den andern, vom Aequator durch die verschiedenen wachsenden Breiten hindurch bis zu den Polen. Der Gegensatz ist hier ein fließender, stetiger.

Ebene, gerade wie beim Anprallen des Schalles, einer Kanonenkugel u. s. w. Je schiefer die Strahlen fallen, desto schwächer ist ihre Wirkung, desto mehr zerstreuen sie sich, desto geringer ist auch die Erleuchtung. Daß wir keinen bedeutenden Unterschied zwischen der Helligkeit eines hellen Mittags im Winter und Sommer bemerken, rührt ohne Zweifel daher, daß sich das Auge der Art der Beleuchtung accommodirt. Wir würden anders urtheilen, wenn wir einen Sommer- und Wintermittag bei gleich klarem Himmel neben einander hätten. —

Noch könnten wir uns vorstellen, daß der Unterschied der großen und kleinen Achse der Ellipse, in welcher sich die Erde um die Sonne bewegt, größer wäre, als er ist; was für Folgen würde dieses haben?

Wahrscheinlich wird auf der Erde, wenn sie in der Sonnennähe (im Perihel) steht, mehr Wärme entwickelt, als wenn sie in der Sonnenferne steht. Wäre dieser Unterschied groß, so könnten wir von Sommer und Winter der ganzen Erde reden. Alsdann wären zu combiniren: Sommer und Winter des ganzen Planeten mit Sommer und Winter beider Halbkugeln, 4 Combinationen. Es könnte zusammenfallen:

a) Sommer des ganzen Planeten mit dem Sommer einer Halbkugel, und folglich auch Winter des ganzen Planeten mit dem Winter der andern Halbkugel;

b) Sommer des ganzen Planeten mit dem Winter einer Halbkugel. Durch a würden sehr heiße Sommer und sehr kalte Winter entstehen; durch b könnte, mehr oder weniger, eine gegenseitige Ausgleichung entstehen. (— Ist b vielleicht schon in a enthalten?)

Anmerk. Wie Hausmannskost die gesundeste Kost ist und die selbstgezogenen Früchte dem Magen besser bekommen als die gekauften: so leisten auch die selbst-ersonnenen und selbst-verfertigten Lehrmittel mehr als die von Andern erdachten und ausgeführten.

Ich bin darum auch bemüht gewesen, mir eigene Lehrmittel zur Veranschaulichung mathematisch-geographischer und astronomischer Verhältnisse zu verschaffen. Zu den besten gehören:

a) Modelle, welche die sogenannten verschiedenen Sphären (die gerade oder senkrechte, die parallele und die schiefe) veranschaulichen. Sie bestehen in kreisförmigen Scheiben von Holz, in der Mitte ausgeschnitten, um eine Kugel, welche die Erde vorstellt, hineinzuschieben, und mit dicken Messingdrähten umzogen, zur Darstellung der verschiedenen Hauptcirkel am Himmel.

b) Ein einziges Modell, an welchem sich die täglichen Haupterscheinungen am Himmel und für alle Orte der Erde veranschaulichen lassen. Eine messingene Achse, um welche die durch Messingdrähte dargestellten Cirkel mit einem messingenen Gürtel, welcher den Thierkreis vorstellt (Alles fest mit einander vereinigt), gedreht werden können; doch so, daß die Achse herausgezogen werden kann. Dieses ist nöthig, um eine Kugel, welche die Erde vorstellt, die in verschiedenen Richtungen durchbohrt ist, in verschiedenen Lagen auf die Achse in ihrer Mitte aufschieben zu können. Daselbst wird sie durch eine auf der Achse ver-

schiebbare Schraube befestigt. Um die Erdkugel herum ist eine hölzerne, um eine Achse bewegliche Scheibe gelegt, durch welche man die verschiedenen wahren Horizonte aller Orte auf der Erde darstellt. Durch einen Stift kann man sie in verschiedenen Lagen feststellen. Dieser bewegliche Horizont macht das Auszeichnende des Modells aus. Dreht man jene vereinigten Messingringe um die ruhende Erde, so hat man die Erscheinungen, wie sie sich täglich ereignen; und dreht man die Erde mit dem Horizonte um die Achse, so hat man die Wahrheit der täglichen Erscheinungen.

Diese einfache Vorrichtung, für wenige Thaler zu beschaffen, leistet mehr als irgend eins der gewöhnlichen Modelle, vorzüglich wegen des beweglichen Horizontes*). — An den gewöhnlichen Erd- und Him-

*) Eine methodische Bemerkung (ich denke mir unter meinen Lesern vorzüglich Lehrer) sei mir hier noch erlaubt. Sie gehört hierher. Denn wir stehen jetzt (wo das Modell gebraucht wird) auf der Stufe der Erklärung der Erscheinungen aus der Wahrheit. Die Leser wollen den sich schließenden Cirkel bemerken: 1) sinnliches Anschauen; 2) Erschließen des Wahren aus dem Schein. Analytischer, regressiver Gang, von den Folgen und Wirkungen aufwärts zu den Gründen und Ursachen. (Induction! Die Astronomie gehört zu den inductiven Wissenschaften.) Sobald so aus dem Einzelnen und Concreten das Allgemeine und Abstracte gefunden ist, kehrt sich der Gang um, indem man aus den Ursachen die Wirkungen ableitet, synthetisch. (Deduction!) Die alte, verkehrte Methode war die dogmatische; darum lernten die Schüler nichts, hörten leere Wortschälle und verdummten. Man verpflanzte den Schüler in die Sonne und sagte ihm, wie von da die Welt aussehe, oder zeigte ihm ohne Vorbereitung die Erscheinungen an einem hölzernen Globus. Daß er dadurch nicht lernte, sich die Sache selbst vorzustellen, beweis't der Umstand, daß er sich dieselbe nicht ohne die Zeichnung an der Tafel, nicht ohne Globus denken konnte. Wie sehr von dieser fehlerhaften Manier die Weise, die wir eingeschlagen, abweicht, liegt dem Leser vor Augen. Aber (und dies wollte ich eigentlich sagen) mit der analytischen Weise ist es nur dann genug, wenn sie nicht nur in die synthetische übergeht, sondern wenn man beide mit einander verbindet, d. h. wenn nicht bloß gezeigt wird, wie die Dinge erscheinen und wie sie sind, sondern wenn auch die Erscheinungen aus dem Sein abgeleitet werden. Zu obigen 2) muß also Nr. 3): Ableitung der Erscheinung aus der Wahrheit, hinzukommen, womit dann der Lehrgang zu einem organischen Ganzen sich abschließt. Denn mit Recht betrachtet man die Erscheinungen zuerst aus dem natürlichen, gegebenen Standpunkte des Menschen, aus seinem Standpunkt auf der Erdoberfläche, nachher aus dem Erdmittelpunkte, dem geocentrischen Standpunkte; hierauf von der Sonne aus, aus dem heliocentrischen Standpunkte; zuletzt wieder von der Erde aus. Dies Dreifache stimmt nun schönstens mit der Geschichte der Wissenschaft zusammen. Den ersten Cursus liefert die Ptolemäische, den zweiten die Copernicanische, den dritten die Newton'sche Weltansicht. Der dritte vereinigt die zweite Ansicht mit der ersten, erklärt diese aus jener. Ohne diese Vereinigung liegen die beiden Curse wie zwei von einander getrennte Welten auseinander; sie erst liefert „die Rückübersetzung des Copernicanischen Systems in das Ptolemäische", oder wie die Gelehrten sich ausdrücken: die geocentrischen Oerter werden in heliocentrische, die heliocentrischen in geocentrische verwandelt. Und wie zuerst alle Bewegungen auf der festen Unterlage der unveränderlichen Fixsternen-Welt beobachtet, dann von ihr abgelöset und für sich betrachtet wurden, so werden sie zuletzt wieder darauf übertragen, d. h.: mit der Astrographie oder Astrognosie beginnt der ganze Lehrgang und er endigt mit ihr.

melsgloben hat der Horizont eine feste Lage, und man muß die Kugel nach dem Horizonte stellen. Das Umgekehrte ist das Richtige. Die Erde hat eine feste (constante) Stellung, der Horizont ist für jeden Ort ein andrer, und er dreht sich mit dem Orte täglich herum. Darum leistet die angegebene Vorrichtung so Vorzügliches.

B. Erde, Sonne und Mond.

1. Es ist unsre Aufgabe, die Erscheinungen des Mondes zu begreifen, zu wissen, wie sie entstehen. Zu dem Ende haben wir uns zunächst die äußeren Erscheinungen desselben zu vergegenwärtigen.

Nachdem dieses geschehen, wird gleich die Frage entstehen, ob sich die Bewegungen, die er zeigt, wirklich ereignen, oder ob sie, wie bei der Sonne, nur durch die Bewegung eines andern Körpers, nämlich der Erde, hervorgerufen werden.

Die Antwort ist nach allem Früheren nicht schwer.

Die Bewegung, die er zu haben scheint, ist eine zwiefache.

Erstens täglich um die Erde, innerhalb 24 Stunden (und 50 Minuten). Diese hat er nicht, diese hat die Erde, welche sich in 24 Stunden von Abend gegen Morgen um die Achse wälzt. Daß der Mond nicht genau in 24 Stunden wieder im Meridian erscheint, rührt von seiner wirklichen Bewegung um die Erde, durch den Thierkreis nach der Ordnung der Zeichen hindurch innerhalb 27 Tagen 8 Stunden, her. Diese Bewegung hat er wirklich. Er, als der kleinere Körper, bewegt sich um den viel größeren, die Erde, und zwar innerhalb eines Jahres 12 bis 13 Mal. Er begleitet folglich die Erde auf ihrer Bahn um die Sonne, folglich hat er wirklich eine doppelte Bewegung: um die Erde und mit der Erde um die Sonne. Wir müssen die Art dieser Bewegung und der dadurch entstehenden Bahn näher erwägen.

2. Steht der Mond heute bei einem bestimmten Stern im Thierkreise, so wird er morgen zu derselben Stunde 13° östlicher von demselben gesehen. Er muß folglich, da ein Stern, der mehr westlich steht, früher durch den Meridian eines Ortes auf der Erde (welche sich von Westen nach Osten dreht) geht, als ein andrer — später durch denselben gehen. Wir wissen, es geschieht im Mittel 50 Minuten später.

Dieses veranschaulichen wir uns an der Erdkugel, um welche sich eine andre kleinere Kugel, die den Mond vorstellt, in der Ordnung dreht, in welcher die Erde sich selbst umwälzt. Wegen des Fortrückens des Mondes innerhalb 24 Stunden kommt er morgen nothwendig später durch den Meridian. In Bezug auf einen Stern beträgt es für die Sonne 4 Minuten, für den Mond 50; seine

wirkliche Bewegung ist folglich $\frac{50}{4} = 12\frac{1}{2}$ mal so schnell als die scheinbare der Sonne.

3. Die Ebene der Mondbahn fällt nicht zusammen mit der Ebene der Erdbahn, der Ekliptik, sie macht einen Winkel von 5° mit derselben; er bleibt also, da die Ränder des Thierkreises 20° von einander abstehen, innerhalb desselben. Er kann nur solchen Orten in's Zenith kommen, welche nicht weiter als $23\frac{1}{2}° + 5° = 28\frac{1}{2}°$ vom Aequator entfernt sind. In jedem Monat geht er durch einen aufsteigenden und einen absteigenden Knoten. Fallen diese in die gerade Linie zwischen Sonne und Erde oder deren Verlängerung, so entsteht eine Sonnen- oder eine Mondsfinsterniß*).

Der Aequator des Mondes hat gegen die Erdbahn eine kleine Neigung von $1\frac{1}{2}°$, und gegen die Mondbahn eine Neigung von $5 + 1\frac{1}{2} = 6\frac{1}{2}°$. Jene ist für die physische Beschaffenheit der Mondoberfläche von besonderer Wichtigkeit, weil von ihr die physischen Klimate abhangen. Davon später.

4. Fragen wir, ob seine Entfernung von der Erde immer dieselbe ist oder nicht, d. h. ob er sich in einem Kreise oder in einer andern krummen Linie um die Erde bewegt, so müssen wir an die Sehewinkel denken, die seine Scheibe in dem Auge des Beobachters macht. Diese sind nicht immer einander gleich; ungefähr ist er ein halber Grad = 30 Minuten, folglich ist seine scheinbare Größe ungefähr gleich der der Sonne. Aus dem Unterschiede der Sehewinkel haben die Astronomen seine größte und kleinste Entfernung von der Erde berechnet, jene = 54000, diese = 48000 Meilen gefunden. Seine mittlere Entfernung ist folglich 51000 Meilen, und er hat eine Erdnähe und eine Erdferne (Perigäum und Apogäum). Nehmen wir sie zu 50000, die mittlere Entfernung der Sonne zu 20 Millionen Meilen an, so ist die Entfernung des Mondes $\frac{1}{400}$ der Entfernung der Sonne. Damit verglichen, ist er also der Erde sehr nahe. Da er bald zwischen Sonne und Erde, bald auf der andern Seite steht, so beträgt der Unterschied seiner größten und kleinsten Entfernung von der Sonne 2mal 50000 = 100000 Meilen. Seine mittlere Entfernung von der Sonne ist gleich der der Erde von der Sonne, 21 Millionen Meilen**).

---

*) Die Finsternisse ereignen sich also immer in der scheinbaren Sonnenbahn. Ekliptik heißt Bahn, in welcher Verfinsterungen eintreten.

**) Es kommt oben nur auf den Bruch $\frac{1}{400}$ an; daher die ungefähren Zahl-Annahmen. Elementare Richtigkeit ist eine andre als wissenschaftliche. Zwischen dem Ungefähr und Genau liegt zwar in der wissenschaftlichen Astro-

Da seine mittlere Entfernung von der Erde = 51000 Meilen und der Durchmesser der Erde = 1720, so ist dieser in runder Zahl 30mal in ihr enthalten, d. h. 30 aneinander gereihete Erdkugeln würden bis zum Monde reichen, der 60 Erdhalbmesser weit entfernt ist.

5. Fragen wir nach der Gestalt seiner Bahn vermöge seiner doppelten Bewegung um die Erde und um die Sonne, weßhalb seine Bewegung schneller sein muß als die der Erde, so begreifen wir leicht, daß sie keine einfache Ellipse kein kann; denn die Erde steht während eines Umlaufes des Mondes um sie nicht still.

Denken wir uns, daß ein Rad, dessen Achse still steht, um dieselbe geschwungen wird, so beschreibt jeder Nagel am Umfange des Rades einen Kreis um den Mittelpunkt der Achse. Bewegt sich das Rad zugleich vorwärts, wie das Rad eines fortgezogenen Wagens, so ist die Bahn eines am Umfange desselben befindlichen Nagels kein Kreis mehr. Er bleibt zwar in gleicher Entfernung von dem Mittelpunkte der Achse, aber bald ist er vor, bald hinter derselben. Die krumme Linie, die er beschreibt, wird eine Radlinie (Cycloide) genannt. Aehnlichkeit mit ihr hat die Bahn des Mondes. Der Mittelpunkt derselben, die Erde, geht aber nicht, wie die Achse eines Wagens, auf einer geraden Linie, sondern in einer krummen, beinahe kreisförmigen Bahn vorwärts. (Die Bahn des Mondes ist eine Epicycloide.)

Entwerfen wir eine Zeichnung darüber!

Fig. 26. AB, BC, CD u. s. w. seien gleiche Theile der Erdbahn, deren jeder etwa in 4 Tagen von der Erde zurückgelegt wird. Alsdann wird der Mond, wenn die Erde in H ankommt, d. h. 7 dieser Theile in 28 Tagen zurückgelegt hat, ungefähr einen Umlauf um sie gemacht haben. Die um A, B, C u. s. w. beschriebenen kleinen Kreise stellen die Bahn des Mondes vor, die er beschreiben würde, wenn die Erde still stände. Er stehe am 1. Januar in a. Während die Erde von A nach B geht, hat er den 7ten Theil seiner Bahn um sie vollendet, er wird sich etwa in b befinden. Der Weg, den er zurückgelegt hat, wird folglich durch die Linie ab dargestellt. Nach abermals 4 Tagen kommt die Erde in C, der Mond in c an; nach 4 ferneren Tagen sind sie in D und d, dann

---

nomie eine gewaltige Kluft, nicht aber in dem populären Vortrage derselben. Hier kann, ja muß man sich mit dem Ungefähr begnügen. Die ungefähren, runden Zahlen behält man, die genauen nicht. Zu Vergleichungen, worauf es dabei ankommt, reichen jene hin, ja sind dazu allein tauglich. Wissen muß man zugleich, daß selbst die strengsten Rechnungen und die genauesten Beobachtungen der allergeschicktesten Astronomen mit den allervorzüglichsten Instrumenten immer nur Annäherungen an die Wahrheit sind und ewig bleiben werden.

in E und e, F und f, G und g, H und h. Die Bahn des Mondes ist folglich die Linie a b c d e f g h, eine Wellenlinie von elliptischer Natur, wie sie von der Sonne aus gesehen werden würde. Die Erde hat in dieser Zeit beinahe ein Zeichen des Thierkreises durchschritten, der Mond ist in allen Zeichen erschienen und hat seinen Lauf von a bis h in 27⅓ Tagen zurückgelegt*).

6. Der Mond ist kein scheibenartiger, sondern ein kugelförmiger Körper. Die Astronomen haben seinen Durchmesser 468 geographische Meilen lang gefunden. Er beträgt also etwas mehr als ¼ des Erddurchmessers. Da sich die Oberflächen zweier Kugeln wie die Quadratzahlen der Durch- und Halbmesser verhalten, so ist auf der Mondoberfläche etwa der 14te Theil des Raumes der Erdoberfläche. Die Cubikräume zweier Kugeln verhalten sich wie die Cubikzahlen der Durch- oder Halbmesser. Der Mond nimmt ungefähr den 50sten Theil des Raumes der Erde ein; 50 Mondkugeln, zu einer Kugelmasse vereinigt, erfüllen den Erdraum.

7. Mit bloßen Augen schon sieht man in der Scheibe des Mondes helle und dunkle Flecke, besonders wenn Vollmond ist, und zwar immer dieselben. Daraus folgt, daß der Mond der Erde stets dieselbe Seite zukehrt. Und was folgt daraus für die Achsendrehung des Mondes?

Man denke sich ihn um die Erde herumgehen. Was muß geschehen, wenn wir immer nur dieselbe Halbkugel sehen sollen?

Bewegt sich ein Mensch, im Kreise um uns herumwandernd, so, daß wir stets sein Gesicht, niemals den Hinterkopf sehen, so muß er sich allmählig in derselben Zeit, in der er um uns herumgeht, ganz herumgedreht haben. So auch der Mond: die Zeit seiner Achsendrehung fällt also mit der Zeit seiner Umdrehung um die Erde zusammen. Dieses ist die dritte Bewegung des Mondes. Während dieser Zeit hat er allen Zeichen des Thierkreises dieselbe Seite zugekehrt. Zur Veranschaulichung nehmen wir unsre Kugeln zur Hand! — —

8. Betrachten wir nun den Mond in Bezug auf die Sonne! Als Kugel wird stets die Hälfte seiner Oberfläche erleuchtet, die andre Hälfte dunkel sein. Wie lange hat ein Ort auf dem Monde Tag, wie lange Nacht?

Da er sich in derselben Zeit, in welcher er um die Erde läuft, in 27⅓ Tagen, um seine Achse dreht, aber noch 2 Tage 4 Stunden mehr verfließen, ehe wieder dieselbe Lichtphase eintritt, so wechseln

*) In manchen Schriften wird die Bahn des Mondes um die Erde so dargestellt, als wenn er sich in Durchschlingungen fortbewegte, und deßhalb in Bezug auf die Sonne retrograd werden könne. Dieses ist aber nicht der Fall.

in einer Zeit von $29\frac{1}{2}$ Tagen für einen Ort auf der Mondoberfläche Tag und Nacht mit einander. Was bei uns in 24 Stunden geschieht, geschieht dort in $29\frac{1}{2}$ Tagen, folglich dauert dort die Zeit des Hellseins $14\frac{3}{4}$ unsrer Tage, und eben so lang ist die Nacht eines Ortes $= 14\frac{3}{4} \times 24 = 354$ Stunden.

9. Wie viel sehen wir von der beleuchteten Seite des Mondes von der Erde aus? Natürlich den Theil, welcher der Erde zugekehrt ist. Kehrt er der Erde die ganze erleuchtete Hälfte zu, so sehen wir eine runde erleuchtete Scheibe; kehrt er ihr die dunkle (immer dieselbe) Seite zu, so sehen wir nichts. Jenes ist der Fall, wenn er 180° von der Sonne entfernt ist, ihr gegenüber steht, dieses, wenn er sich mit ihr an derselben Stelle des Himmels befindet.

Am deutlichsten wird dieses, wenn wir die Sonne durch eine Lampe, den Mond durch eine Kugel vorstellen und diese um die Erdkugel laufen lassen. Dieses müssen wir dem Leser überlassen. Wir entwerfen eine Zeichnung!

Fig. 27. E stelle die Erde vor, zur Rechten in unendlicher Entfernung stehe die Sonne, deren Strahlen, als parallel anzusehen, jedes Mal den Theil des Mondes beleuchten, der der Sonne zugekehrt ist; in unsrer Figur also immer die Seite rechts; die Seite links ist dunkel. Nur bedenke man, daß wir die Mondhalbkugel durch einen Halbkreis darstellen müssen.

Steht der Mond in a, von E aus gesehen scheinbar bei der Sonne, so kehrt er uns die dunkle Seite zu, wir sehen nichts von ihm, wir haben Neumond. Ist er nach b gerückt, so sehen wir einen kleinen Theil der beleuchteten Seite. Daß er nun wie eine Sichel mit Hörnern („die Hörner des Mondes") aussehen muß, wird deutlich an der von der Lampe beschienenen Kugel. In d sehen wir die halb erleuchtete Scheibe, das erste Viertel, in g den vollen Mond, in k das letzte Viertel u. s. w. Wie er jedes Mal erscheint, ist durch die inneren Kreise dargestellt. Von a bis g hat er zunehmendes, von g bis a abnehmendes Licht. In jenem Falle ist, wenn man das Gesicht ihm zukehrt, der zur rechten Hand des Beobachters befindliche Theil beleuchtet, in diesem der entgegengesetzte. Wenn Neumond eintritt, so steht er mit der Sonne in Conjunction, was in den Kalendern durch das Zeichen ☌ ausgedrückt ist; im Vollmond steht er mit der Sonne in Opposition, im Gegenschein ☍. In den Vierteln ist er 90° von der Sonne entfernt.

10. Denken wir uns mit dem Mondlaufe die Achsendrehung der Erde zusammen, daß beide von Westen gegen Osten geschehen, so begreifen wir den täglich später eintretenden Aufgang des Mondes, daß er im ersten Viertel 6 Stunden, als Vollmond 12 Stun-

den, als letztes Viertel 18 Stunden nach der Sonne aufgehen muß. Denkt man nun an die Zeit des Untergangs an diesen Tagen, so findet man leicht den Grund der Stellungen des Mondes über dem Horizont, und die Stunden, in welchen er denselben bescheint, wie es oben auseinander gesetzt worden ist. Steht er z. B. in d als erstes Viertel, so geht er 6 Stunden nach der Sonne auf, 6 Stunden nach ihr unter, steht also bei Sonnenuntergang im Meridian und scheint am westlichen Himmel von 6 Uhr Abends bis Mitternachts, wo er untergeht u. s. w.

11. Denken wir daran, daß die Erde, während der Mond einmal um sie herumläuft, nicht stillsteht, sondern fast den 12ten Theil ihrer jährlichen Bahn um die Sonne zurücklegt, so begreift man, daß der nächste Vollmond sich nicht in demselben Zeichen des Thierkreises, sondern nur (ungefähr) im folgenden ereignen kann. Der Mond muß also von einem Vollmond bis zum andern etwas mehr als einen ganzen Umlauf um die Erde zurücklegen. Auf die Fixsterne bezogen, legt der Mond seine Bahn in $27\frac{1}{3}$ Tagen zurück. Aber es dauert, bis es wieder Vollmond wird, 2 Tage 4 Stunden länger, Summa $29\frac{1}{2}$ Tage. Jene Umlaufszeit nennt man den siderischen, diese den synodischen Monat. Man veranschaulicht sich dieses an der Vorrichtung mit der Lampe und den Kugeln. (Die Länge des siderischen Monats ist genau: 27 Tage 7 Stunden 43 Minuten 12 Secunden, die des synodischen Monats: 29 Tage 12 Stunden 44 Minuten 3 Secunden).

An einer Uhr findet etwas Aehnliches statt. Um 12 Uhr stehen beide Zeiger über einander. Um 1 Uhr hat der große Zeiger einen ganzen Umlauf gemacht; aber noch steht er nicht wieder über dem kleinen. Er erreicht ihn erst ($5\frac{5}{11}$ Minuten) nach 1 Uhr wieder.

12. Endlich wollen wir uns die Finsternisse veranschaulichen: a) durch eine Lampe und zwei Kugeln, von welchen die kleinere um die größere läuft. Der Schatten beider muß, da die Sonne viel größer ist als jede von ihnen, kegelförmig gedacht werden (Schattenkegel), spitz zulaufend. Da die Erde viel größer ist als der Mond und die Entfernung desselben von ihr nur $\frac{1}{400}$ der Entfernung von der Sonne beträgt, so kann der Mond von dem Schattenkegel der Erde vollkommen verfinstert werden (totale Mondsfinsterniß). Aber nicht die ganze Erde kann zugleich vom Schattenkegel des Mondes verdunkelt werden; nur ein Theil derselben. Da aber die scheinbare Größe des Mondes ungefähr der der Sonne gleich ist*), so kann an einem bestimmten Orte auf der Erde die

*) Scheinbarer Durchmesser des Mondes in seiner mittleren Entfernung = 31′, in der Erdnähe = $33\frac{1}{2}$′, in der Erdferne = $29\frac{1}{2}$′.

Sonnenfinsterniß total, oder auch ringförmig sein. In der Regel sind es Theilverfinsterungen (partiale). Keine Sonnenfinsterniß ist an allen Orten der der Finsterniß zugekehrten Erdhälfte sichtbar. Alles dieses sieht man an der Bewegung der Kugeln.

b) Durch Zeichnungen.

Die Mondsfinsterniß. Fig. 28. be stelle die Sonne, ad die Erde vor. Ziehen wir von a und d Berührungslinien nach dem oberen und unteren Sonnenrande, ab und de, und verlängern sie bis c, so bildet cad den Schattenkegel der Erde. In jedem Punkte seines Raumes kann nichts von der Sonne gesehen werden, es ist der Kernschatten. Ziehen wir von a und d auch die Berührungslinien ae und db und verlängern sie über a und d hinaus, so entsteht ein Raum fadg, in dem es, außerhalb des Kernschattens cad, Punkte giebt, von welchen aus ein Theil der Sonne gesehen werden kann, nach denen also nicht von allen Punkten der Sonne Licht fällt, der Halbschatten. Je näher an ca und cd heran, desto dunkler. Jenseits fa und gd ist vollkommne Helle.

Trifft nun der Mond in k ein, so fängt die Verfinsterung durch den Halbschatten an, in h erst durch den Kernschatten u. s. w.

Bedenken wir, daß der Mond schneller läuft als die Erde, aber in derselben Richtung der Zeichen, so begreifen wir, warum eine Mondsfinsterniß am östlichen Rande des Mondes beginnt und am westlichen Rande aufhört*).

---

*) Schüler, welche mit der Aehnlichkeit der Triangel bekannt sind, können an Fig. 28. die Aufgabe lösen, wie lang der Kernschatten der Erde Ec ist. Zieht man nämlich Sc, so ist $\triangle bSc \sim \triangle aEc$. Es verhält sich

$$\frac{bS : aE = Sc : Ec}{bS - aE : aE = \left\{ \begin{matrix} Sc - Ec \\ SE \end{matrix} \right\} : Ec}$$

d. h.: Es verhält sich der Unterschied der Halbmesser der Sonnen- und Erdkugel zu dem Halbmesser der Erde wie die Entfernung der Erde von der Sonne zu der (gesuchten) Länge des Kernschattens der Erde. Die drei ersten Größen sind bekannt, folglich auch die vierte.

Es bleibt dem Schüler überlassen, dieselbe aus den wirklichen Zahlen auszurechnen (182 bis 189000 Meilen).

Damit ist die Frage zugleich gelöset, ob und wie weit sich der Kernschatten der Erde über den Mond hinaus erstreckt (jenseits 51000 Meilen hinaus). — Durch Anwendung der Aehnlichkeit der Triangel läßt sich dann auch leicht die Länge von hi finden, was zur Berechnung der Dauer einer Mondsfinsterniß dient. Man muß dabei natürlich an die bekannte Geschwindigkeit der Bewegung des Mondes denken, und nicht vergessen, daß sich Mond und Erde in einerlei Richtung um die Sonne drehen. Dadurch wird die Dauer einer Mondsfinsterniß verlängert. —

Der Schattenkreis ist am größten bei größter Entfernung der Erde von der Sonne und bei der zugleich stattfindenden kleinsten Entfernung des Mondes von der Erde; er ist am kleinsten bei kleinster Entfernung der Erde von der Sonne und zugleich größtem Abstande des Mondes von der Erde. Durch Anwendung

Die Sonnenfinsterniß. Fig. 29. S die Sonne, M der Mond, E die Erde. Der Kernschatten des Mondes trifft die Erde zwischen a und b; zwischen b und c und zwischen a und d liegt der Halbschatten. Die Orte zwischen a und b sehen nichts von der Sonne, sie haben eine totale Sonnenfinsterniß; die Orte zwischen b und c und zwischen a und d eine partiale; von e aus z. B. sieht man den Theil der Sonne nicht, welcher unter g liegt. Jenseits c und d findet gar keine Finsterniß statt.

Bedenken wir, daß der Mond von Westen nach Osten oder von der rechten zur linken Hand läuft, und in dieser Richtung vor die Sonnenscheibe tritt, so begreifen wir, daß durch den östlichen Rand des Mondes die Sonnenfinsterniß beginnt, d. h. dieser Rand zuerst vor die Sonnenscheibe tritt, der westliche Rand desselben zuletzt sie verläßt.

Endlich begreift sich, daß die Mondsfinsterniß an allen Orten, wo sie überhaupt sichtbar ist, in demselben absoluten physischen Augenblicke anfängt, nur zu andern Stunden an Orten, die nicht unter demselben Meridian liegen. Daher kann man die Mondsfinsternisse vortrefflich zu Längenbestimmungen benutzen. Nur sind es, leider! seltene Erscheinungen.

In den Kalenderanzeigen über die in einem Jahre stattfindenden Sonnenfinsternisse wird immer angegeben, in welcher Erdregion, in welcher Größe und zu welcher Stunde man die Finsterniß sehen

---

der angegebenen Zahlen in Verbindung mit der Notiz, daß der Monddurchmesser 30 Bogenminuten enthält, der Durchmesser des Schattenkreises ungefähr 3mal so groß ist als der Monddurchmesser, daß der Mond in einer Stunde beiläufig 30 Bogenminuten durchläuft, erhellet, daß bei einer centralen Mondsfinsterniß die totale Verfinsterung des Mondes gegen 2 Stunden dauert und daß dieser totalen Verfinsterung eine partiale Verfinsterung von beiläufig einer Stunde sowohl vorausgeht als auch nachfolgt.

Die Zahl der Finsternisse überhaupt in einem Jahre beträgt 2 bis 7, nicht weniger als 2, nicht mehr als 7. Mehr als 2 Mondsfinsternisse können in einem Kalenderjahre nicht vorkommen; sie können auch ganz fehlen. Finden nur 2 statt, so sind es Sonnenfinsternisse. Für einen Theil der Erde findet eine solche statt, während sie (wie gesagt) an andern Orten, obgleich die Sonne ihnen über dem Horizonte steht, nicht sichtbar ist. Mondsfinsternisse erscheinen dagegen (wie oben schon bemerkt) überall zu gleicher Zeit und von gleicher Größe. Ringförmige Mondsfinsternisse können nicht stattfinden, weil der Durchmesser des Schattens der Erde in der Entfernung des Mondes viel größer ist als der Durchmesser des Mondes. Es giebt daher nur totale oder partiale Mondsfinsternisse.

Bezeichnet man Sonne, Mond und Erde durch die Buchstaben S, M, E, so stellt die Reihenfolge SME den Neumond,

S^{M}_{E} das erste Viertel,

SEM den Vollmond,

S^{E}_{M} das letzte Viertel dar.

kann. In letzterer Beziehung wird der Sonnendurchmesser in 12 Zoll eingetheilt. Gesetzt, vier Beobachter stehen mit dem Gesichte gegen Süden der Sonne zugewandt, zwei westlich und östlich von einander (W, O), zwei nördlich und südlich (N, S): so sieht W die Finsterniß zuerst, und es kann passiren, daß N den Mond südlich, S ihn nördlich von der Sonne erblickt. Die Uhr, welche in westlich gelegenen Orten eine weniger vorgerückte Tageszeit zeigt, weist in W eine frühere Tagesstunde als in O. Und eine Finsterniß, welche für N eine centrale und totale ist, kann für S eine von so und so viel Zollen sein, oder gar nicht existiren. Ebenso ist die Dauer einer Finsterniß, Anfang, Mitte und Ende, an den verschiedenen Stationsorten sehr verschieden. Das Alles wird von den Astronomen den Kalendermachern mitgetheilt und von ihnen dem Publikum vorgelegt.

Folgende Momente werden dem Leser auch sofort einleuchten: Sonnenfinsternisse werden nur an Orten gesehen, die sich auf der Tagseite der Erde befinden, Mondsfinsternisse nur auf der Nachtseite — die Sonne wird nicht ihres Lichtes beraubt, wohl aber der Mond — Sonnenfinsternisse erscheinen an verschiedenen Orten von verschiedener Größe, Mondsfinsternisse von gleicher — Sonnenfinsternisse können ringförmig sein, Mondsfinsternisse nicht.

1) Der Lehrer läßt nun einzelne Schüler an dem runden Tische Alles, was bisher dargestellt worden, zeigen, und was er verlangt, stellen alle auf ihren Tafeln durch Zeichnungen dar.

2) Von der physischen Beschaffenheit des Mondes später.

3) Fragen: Den wie vielsten Theil der Dauer aller Nächte im Jahre zusammen haben wir Mondschein? Kommt dabei ein Ort auf der Erde zu kurz? Wenn man daran denkt, daß die Helligkeit, welche in den Nächten, 4 bis 5 Tage vor und nach dem Neumond, hervorgebracht wird, gering ist, findet man dann, daß der Mond die Hälfte aller Stunden der Nacht das Jahr hindurch hell macht?

Wird die Zeit der Helligkeit an einem Ort auf der Erde durch die Morgen- und Abenddämmerung verlängert oder verkürzt? Um wie viel Stunden im Jahre, wenn die Dämmerung täglich durchschnittlich 4 Stunden dauert? (Von Mitte Mai bis Ende Juli dauert für Berlin, da die Sonne nicht mehr 18° unter den Horizont sinkt, die Dämmerung außerdem die ganze Nacht. Das Minimum der Dämmerung ist 1 Stunde 49 Minuten, Ende Februar und Mitte October. Am Nordpole fängt die Dämmerung schon den 29. Januar an, und erst 51 Tage nachher geht die Sonne dort auf.) Wenn die Strahlenbrechung das Aufgehen der Sonne um 4 bis 5 Minuten beschleunigt, ihr Untergehen um 4 bis 5 Minuten verzögert: wie viel volle Tage macht dies im ganzen Jahre? (Den Polen geht so die Sonne 2 bis 3 Tage früher auf und eben so viel später unter.)

C. Das Sonnensystem.

1. Die Erde dreht sich um die Sonne, und zwar, wie gelehrt worden, in einer Ellipse, die von der Form eines Kreises nicht sehr abweicht. Die Sonne steht in dem einen Brennpunkte der Ellipse.

Gerade also verhält es sich auch mit den übrigen *Planeten.* Ein Planet ist ein Himmelskörper, der sich um die Sonne dreht und sein Licht von der Sonne empfängt. Alle bekannten Planeten, die man genau hat beobachten können, drehen sich auch um ihre Achse. Dieses ist aber kein charakteristisches Zeichen eines Planeten; es gilt auch, wie wir später sehen werden, von der Sonne, und, wie wir schon gesehen haben, auch vom Monde, desgleichen von den genauer bekannten Nebenplaneten. Unser Mond ist ein *Nebenplanet*, die Erde ist ein *Hauptplanet.* Ein Nebenplanet dreht sich um einen Hauptplaneten, mit demselben um die Sonne, von der er, wie sein Hauptplanet, sein Licht empfängt. Die wesentlichen Merkmale eines Planeten überhaupt sind also: unmittelbare Drehung um die Sonne und Mangel eignen Lichtes, folglich, da die Sonne den Raum um sich her durchstrahlt, Beleuchtung der jedesmal ihr zugekehrten Seite des Planeten. Die unmittelbare Drehung um die Sonne macht einen Planeten zu einem *Haupt-*, die mittelbare zu einem *Neben*planeten. *Regiert* wird also der Nebenplanet wie der Hauptplanet von der Sonne; nur wirkt der Hauptplanet auf den Nebenplaneten (und umgekehrt) ein. Aber der *Hauptfactor* der Bewegung des Neben- wie des Hauptplaneten ist und bleibt die Sonne. Der Mond dreht sich also hauptsächlich und wesentlich um die Sonne, nur nebenbei, weil er in ihrer Nähe steht, um die Erde.

2. Der Hauptplaneten kennt man bis jetzt (Anfang 1860) 63 (64?), der Nebenplaneten 23. Zwei von jenen sind näher bei der Sonne als die Erde, die übrigen 60 (61) weiter von ihr entfernt. Jene hat man *untere*, diese *obere* Planeten genannt.

Die Alten kannten nur 7 Planeten: Mercur, Venus, Erde, Mars, Jupiter, Saturn und Uranus. Vom 1. Januar 1801 bis zum Jahre 1845 wurden 4 neue hinzu entdeckt, wodurch ihre Zahl auf 11 stieg; von der Sonne aus:

1.	Mercur ☿	7.	Ceres ⚳
2.	Venus ♀	8.	Pallas ⚴
3.	Erde ♁	9.	Jupiter ♃
4.	Mars ♂	10.	Saturn ♄
5.	Vesta ⚶	11.	Uranus ♅
6.	Juno ⚵		

Zu ihnen wurden 1845 bis 1847 hinzu entdeckt: Neptun ♆, Asträa ⯙, Hebe, Iris und Flora. Neptun ist jenseit Uranus der transuranische, die übrigen 4 gehören zu Vesta, Juno, Ceres und Pallas. (In Kap. VI. mehr von ihnen.)

Die Eintheilung derselben in untere und obere ist keine absolute, sondern eine relative oder individuelle, von der Erde aus. Die untern können nie der Sonne gerade gegenüber stehen, so daß die Erde zwischen Sonne und Mercur oder Venus stände, also nie in sogenannter Opposition, nur in Conjunction mit der Sonne. Die oberen Beides. Aus jenem Grunde können die unteren weniger vollständig beobachtet werden als die oberen, die man oft bei voller Beleuchtung, die ganze Nacht hindurch, sehen kann.

Man theilt die Planeten wohl auch in drei, einander ähnliche Gruppen:

Mercur, Venus, Erde, Mars — nähere (die erdverwandteren);

Vesta, Juno, Ceres, Pallas, Asträa, Hebe, Iris, Flora u. s. w. — mittlere;

Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun — entferntere.

Vier von diesen haben Nebenplaneten, Trabanten, Monde: die Erde einen, der Jupiter 4, der Saturn 8, der Uranus 8, der Neptun 2 (?).

3. Alle Planeten laufen in Ellipsen um die Sonne; ein jeder hat also einen Punkt der Sonnennähe und einen Punkt der Sonnenferne, folglich eine kleinste, eine größte und eine mittlere Entfernung. Die mittleren Entfernungen der Planeten von der Sonne und ihre Umlaufszeiten um die Sonne sind in runden Zahlen folgende:

Mercur	8	Millionen	Meilen;	Umlaufszeit	88 Tage.
Venus	15	=	=	=	224 =
Erde	21	=	=	=	365 Tage = 1 Jahr.
Mars	31	=	=	=	1 Jahr 321 Tage.
Flora	46	=	=	=	3¼ Jahre.
Vesta	48	=	=	=	3⅔ =
Iris	49	=	=	=	3⅔ =
Hebe	50	=	=	=	3⅘ =
Asträa	53	=	=	=	4⅐ =
Juno	55	=	=	=	4⅓ =
Ceres	57	=	=	=	4⅔ =
Pallas	57	=	=	=	4⅔ =
Jupiter	107	=	=	=	12 =
Saturn	197	=	=	=	29 =
Uranus	396	=	=	=	84 =
Neptun	620	=	=	=	165 =

Ceres und Pallas stehen in fast gleicher Entfernung von der Sonne.

4. Alle Planeten laufen in derselben Richtung von Westen gegen Osten um die Sonne, in dem Thierkreise, nach der Ordnung der Zeichen: Widder, Stier, Zwillinge u. s. w. Die Ebenen ihrer Bahnen fallen zwar nicht mit der Ekliptik, der Ebene der Erdbahn, zusammen, aber die meisten machen nur so kleine Winkel mit ihr, daß sie sich nicht aus der 20° breiten Zone des Thierkreises entfernen. Doch gilt dieß nicht von Juno, Ceres, Hebe und Pallas. Letztere entfernt sich am weitesten (35°) von der Ekliptik, also 25° von den Rändern des Zodiakus.

Aber, wie schon oben angegeben worden, die Planeten scheinen nicht immer regelmäßig von Westen gegen Osten durch die Zeichen des Thierkreises, sondern vielmehr bald vorwärts, bald rückwärts zu laufen, bald still zu stehen. Dieses rührt von den verschiedenen Stellungen der Erde und der Planeten und ihren zu gleicher Zeit stattfindenden Bewegungen her, welche bekanntlich auf den Fixsternhimmel als festen Hintergrund bezogen werden.

In Fig. 30. stelle der Punkt S den Ort der Sonne vor, der kleinere Kreis die Erdbahn, der größere die Bahn eines oberen Planeten. Dieser legt, während die Erde einmal ganz um die Sonne läuft, nur einen Theil seiner Bahn zurück. Während die Erde sich von I nach II, III, IV und wieder nach I bewegt, gehe er von 1 nach 2, 3, 4, 5. Alsdann wird er von einem Erdbewohner in I in der Richtung der geraden Linie I 1 bei dem Fixsterne 1′ gesehen: in II in der Richtung II 2 bei 2′, in III in der Richtung III 3 bei 3′, in IV in der Richtung IV 4 bei 4′, in I wieder in der Richtung I 5 bei 5′. Während des ersten Erdvierteljahres hat der obere Planet also am Fixsternhimmel scheinbar den Weg 1′ 2′ zurückgelegt, während des zweiten Vierteljahres (oder in demselben) hat er in 2′ stillgestanden, während des dritten ist er von 2′ bis 4′ zurückgelaufen, während des vierten ist er von 4′ bis 5′ wieder rechtläufig gewesen. Wir sehen, daß seine scheinbare Geschwindigkeit sehr ungleich erscheinen muß.

Wie mit den oberen, so verhält es sich auch mit den unteren Planeten. Bezeichnet man mit S, E, P die Sonne, die Erde, einen andern Planeten, so wird bei der Aufeinanderfolge in gerader Linie PSE der Planet rechtläufig, in denen SEP und SPE aber rückläufig, in den meisten Zwischenstellungen rechtläufig.

Darüber entworfene Zeichnungen werden davon überzeugen. —

Die zweite der angegebenen Lagen kommt nur bei oberen, die dritte nur bei unteren Planeten vor.

Anmerk. Die eben angegebene Darstellung hat die Sache nur im Allgemeinen erklären sollen.

5. Die Größen der Planeten sind sehr ungleich, sowohl die wirklichen als die scheinbaren. Derselbe Planet hat nicht immer dieselbe scheinbare Größe.

Letzteres darum, weil er in verschiedenen Zeiten verschiedene Entfernungen von der Erde hat. Denn bald steht er, mit Ausnahme von Mercur und Venus, auf derselben, bald auf der entgegengesetzten Seite der Sonne.

Die wirklichen Größen sind, die Sonne mit eingeschlossen, ihrem körperlichen Raume und ihren Durchmessern nach, in runden Zahlen, wenn der Körperraum der Erde = 1 gesetzt wird, folgende:

Name.	Körperlicher Raum.	Durchmesser in geographischen Meilen.	
Sonne	1400000	193000	
Mercur	$\frac{1}{17}$	600	
Venus	$\frac{9}{10}$	1710	
Erde	1	1720	
Mars	$\frac{1}{6}$	890	
Flora	—	—	
Vesta	—	—	
Iris	—	—	
Hebe	—	—	
Asträa	—	—	10 bis 50
Juno	—	—	
Ceres	—	—	
Pallas	—	—	
Jupiter	1500	20000	
Saturn	800	15000	
Uranus	82	7500	
Neptun	108	8400	

Die zwischen Mars und Jupiter stehenden Planeten sind sehr klein, sie werden daher auch Planetoiden und Asteroiden genannt, können mit bloßem Auge selten gesehen werden. Alle übrigen sind mit unbewaffneten Augen sichtbar, nur nicht immer. Der Uranus erscheint dem Auge als ein Stern sechster Größe, wird also nur von genauen Kennern erkannt. Der Mercur entfernt sich nicht weit von der Sonne, zuweilen sieht man ihn vor Sonnenaufgang, zuweilen nach Sonnenuntergang. Die Venus glänzt bald am Morgen-, bald am Abendhimmel, nur nicht an demselben Tage. Als Morgen-

stern geht sie vor der Sonne her, als Abendstern folgt sie ihr nach. Mercur und Venus stehen, als untere Planeten, nie der Sonne gerade gegenüber oder 180° von ihr entfernt. Dieses gilt nur von den oberen Planeten.

6. Der Uebersicht wegen bemerken wir hier noch, daß die Planeten sich auch um ihre Achsen drehen; wenigstens ist es von den größeren bekannt. Man weiß es aus der Beobachtung ihrer Flecke, die an dem einen Rande erscheinen, am andern verschwinden.

Die Achsendrehung geschieht, wie die der Erde, von Abend gegen Morgen, die des Mercur, der Venus, des Mars in ungefähr 24 Stunden, wie die Achsendrehung der Erde, des Jupiter und des Saturn in ungefähr 10 Stunden.

7. Die Drehung der Nebenplaneten um die Hauptplaneten geschieht auch, so weit man deren Drehung mit Sicherheit kennt, von Westen gegen Osten; die des Uranus ausgenommen.

8. Alle diese Körper zusammen bilden mit unzähligen Kometen, die sich in viel länglicheren Bahnen um die Sonne drehen und nur in der Sonnennähe gesehen werden, das Sonnensystem. Man nennt es das Copernicanische, von dem großen Astronomen Copernicus unsterblichen Andenkens, der die große Wahrheit, daß die Erde sich um die Sonne drehe, entdeckte und lehrte. Bis dahin hatten die Menschen dem Scheine, daß die Sonne sich um die Erde drehe, geglaubt. Dieses dem Scheine entsprechende System nennt man von einem Manne, der 130 Jahre nach Christi Geburt lebte und es in einem Werke beschrieben hat, das Ptolemäische System. Es ist das System des Scheins. Nach demselben bilden der Reihe nach der Mond, Mercur, Venus, Sonne, Mars, Jupiter, Saturn die Umgebung der Erde.

1) Eine Nachbildung des Sonnensystems, ein Planetarium, wird gezeigt und erklärt.

2) Man begiebt sich mit den Schülern auf eine freie Ebene und stellt die Planeten durch Personen dar, die sich in ungleichen Entfernungen mit ungleichen Geschwindigkeiten um einen gemeinschaftlichen Mittelpunkt bewegen. Die Bewegung des Mondes und der Monde um Jupiter, Saturn und Uranus kann in derselben Weise (grob) versinnlicht werden u. s. w.

Aufgabe 1. Die Schüler entwerfen eine Zeichnung des Ptolemäischen Systems.

Die Zeichnung wird der Figur 31. ähnlich sein.

Mehr als diese zu unserm Sonnensystem gehörigen Körper waren den Alten nicht bekannt.

Uranus wurde von Herschel d. Aelt. entdeckt 1781, Neptun 1845 durch Rechnung von Le Verrier, durch das Telescop von Galle.

Aufgabe 2. Es wird das Sonnensystem, wie es wirklich ist, das Copernicanische, entworfen. Ein Kreis muß die Kreise sämmtlicher Asteroiden vertreten.

Siehe Fig. 32. Auf die Darstellung der verhältnißmäßigen Entfernung muß verzichtet werden.

Die vier mitverzeichneten Kometenbahnen stellen die Bahnen des Encke'schen, Biela'schen, Olbers'schen und Halley'schen Kometen dar.

Aufgabe 3. Die Schüler versinnlichen sich die verhältnißmäßige Größe der Planeten. Fig. 33. — Wird der Mond durch einen Stecknadelknopf dargestellt, so repräsentirt eine große Erbse die Erde und eine Kugel von mehreren Fuß Durchmesser die Sonne.

Aufgabe 4. Sie stellen in einer Tabelle (einem Schema) die Angaben über die Größen, nach dem Rauminhalt und der Länge der Durchmesser, die Entfernung von der Sonne, die Umlaufszeiten der Planeten von der Sonne zusammen.

Aufgabe 5. Der Durchmesser der Sonne = 193000 Meilen, der der Erde = 1720, der des Mondes 468 (nach Hansen 454) geographische Meilen. Entfernung des Mondes von der Erde = 51000 Meilen. Man denke sich, so weit es nöthig ist, den Sonnenkörper hohl, die Erde mit dem Monde, in seiner Entfernung von der Erde, hineingesetzt. Wie dick würde noch die Sonnenrinde bleiben?

Die Schüler werden so argumentiren:

Halbmesser der Sonne	=	96500 Meilen.
— — Erde	=	860 —
— des Mondes	=	234 —
Entfernung des Mondes von der Erde	=	51000 —

Folglich bleibt für die Sonnenrinde noch eine Dicke von etwa 44000 Meilen übrig. Dieses giebt ungefähr eine Vorstellung von der ungeheuern Größe der Sonne.

Der Inhalt der Aufgabe werde durch eine Zeichnung veranschaulicht!

Aufgabe 6. Da wir von den wirklichen Entfernungen der Planeten von der Sonne keine anschauliche Vorstellung haben, so stellen wir, um uns die Sache etwas näher zu rücken, folgende Aufgaben:

Gesetzt, ein Dampfschiff fahre stromabwärts 2 Meilen in einer Stunde, ein Dampfwagen 8 Meilen in einer Stunde, eine Kanonenkugel lege in der Secunde 600 Fuß zurück: wie viel Zeit würde A) ein Dampfschiff; B) ein Dampfwagen; C) eine Kanonenkugel gebrauchen (vorausgesetzt, daß sie mit gleicher Geschwindigkeit Tag und Nacht fortgehen), um zurückzulegen:

1) den Weg um den Erdäquator, 5400 Meilen?
2) den Weg von der Erde bis zum Monde, 51000 Meilen?
3) den Sonnenäquator = 112mal Erdäquator?
4) den Weg von der Sonne bis zur Erde, 21 Millionen Meilen?
5) den Weg von der Sonne bis zum Uranus, 396 Millionen Meilen?

6) den Weg von der Sonne bis zu einem der nächsten Fixsterne, etwa 12 Billionen Meilen?

7) Das Licht bewegt sich von der Sonne bis zur Erde in 8 Minuten. Wie viel Zeit gebraucht das Licht von der Sonne bis zum nächsten Fixstern?

Antworten:

1) Der Weg um den Erdäquator wird zurückgelegt:
 a) von einem Dampfschiff in 112½ Tagen;
 b) von einem Dampfwagen in 28 Tagen 3 Stunden;
 c) von einer Kanonenkugel *) in 2 Tagen 12 Stunden.

2) Der Weg von der Erde bis zum Monde:
 a) von einem Dampfschiff in 2 Jahren 332 Tagen 12 Stunden;
 b) von einem Dampfwagen in 265 Tagen 15 Stunden;
 c) von einer Kanonenkugel in 23 Tagen 14 Stunden 40 Minuten.

3) Der Sonnenäquator = 112 × 5400 Meilen:
 a) von einem Dampfschiff in 34 Jahren 190 Tagen;
 b) von einem Dampfwagen in 8 Jahren 230 Tagen;
 c) von einer Kanonenkugel in 280 Tagen.

4) Der Weg von der Sonne bis zur Erde:
 a) von einem Dampfschiff in 1198 Jahren 230 Tagen;
 b) von einem Dampfwagen in 299 Jahren 240 Tagen;
 c) von einer Kanonenkugel in 26 Jahren 232 Tagen 5 Stunden 20 Minuten.

5) Der Weg von der Sonne bis zum Uranus:
 a) von einem Dampfschiff in 22602 Jahren 270 Tagen;
 b) von einem Dampfwagen in 5650 Jahren 250 Tagen;
 c) von einer Kanonenkugel in 502 Jahren 103 Tagen 8 Stunden.

6) Der Weg von der Sonne bis zu jenem Fixsterne:
 a) von einem Dampfschiff in 684,931,006 Jahren 310 Tagen;
 b) von einem Dampfwagen in 171,232,875 Jahren 260 Tagen;
 c) von einer Kanonenkugel in 15,220,700 Jahren 55 Tagen 13 Stunden 20 Minuten.

7) Das Licht der Sonne würde, in gleichmäßiger Bewegung, auf einem Fixsterne, dessen Entfernung gleich 12 Billionen Meilen angenommen wird, in 8 Jahren 258 Tagen 14 Stunden 18⁴⁄₇ Minuten ankommen.

Daß die Schüler diese Aufgaben selbst lösen müssen, versteht sich von selbst. Die Resultate erwecken dann von selbst, ohne irgend ein Wort von Seiten des Lehrers — nun was denn? — Wäre nicht auch hier jedes Wort mehr als überflüssig? Wo die Dinge sprechen, kann der Mund des Lehrers schweigen.

---

*) Ist es an sich möglich?

Zusatz.

Folgende Zusammenstellung dürfte hier noch am rechten Orte stehen.

Unser Sonnensystem wird von zwei Arten von Weltkörpern gebildet, und sie zerfallen in drei Ordnungen.

Erste Art: Selbstleuchtende (Sonne).

Zweite Art: Beleuchtete: a) Planeten;
b) Nebenplaneten, Monde, Trabanten, Satelliten;
c) Kometen.

(Ob Sternschnuppen, Feuerkugeln u. s. w. zu den Weltkörpern gehören, davon später.)

Erste Ordnung der Weltkörper: Sonne.
Zweite — — Planeten.
Dritte — — Monde.

Die Monde scheinen die niedrigste Ordnung der Weltkörper zu sein, indem sich kein Körper mehr um sie dreht.

Aus einigen Sätzen von Laplace läßt sich dieses auch ableiten, wie folgt:

1) Ein Körper, welcher sich um einen andern von höherer Ordnung dreht, muß sich um denselben in kürzerer Zeit drehen, als dieser sich um einen, der wieder von höherer Ordnung ist, herumwälzt. Thäte er dieses nicht, gebrauchte z. B. der Mond mehr als ein Jahr zu seinem Umlauf um die Erde, so würde er kein Trabant, sondern ein selbstständiger Planet geworden sein.

2) Dreht sich ein Mond um seine Achse, so muß er dazu längere Zeit gebrauchen, als die ist, in welcher sich der Hauptplanet um seine Achse dreht; z. B. der Mond in 27⅓ Tagen, die Erde in 24 Stunden. Thäte er dieses nicht, so würde er sich mit dem Hauptplaneten vereinigt haben, mit ihm zu einem Körper geworden sein, sich nicht von ihm getrennt erhalten haben.

Die Richtigkeit dieser Sätze vorausgesetzt, folgt, daß ein Mond, wie der unsre, dessen Jahr und Tag, d. h. Umlaufszeit um die Erde und Achsendrehung, zusammenfällt, keinen ihm untergeordneten Mond haben kann.

Denn nach dem ersten Satze müßte sich derselbe um den Mond drehen in weniger als 27⅓ Tagen, und nach dem zweiten um sich selbst in mehr als 27⅓ Tagen, was sich aufhebt (aufzuheben scheint). Folglich sind die Monde die Weltkörper der untersten Ordnung.

Nach unten zu setzt sich also die Ordnung der Weltkörper nicht fort; aber nach oben? Monde um Planeten, Planeten um Sonnen, Sonnen um — — —?

Daß unsere Sonne im Weltraume nicht still steht, ist gewiß. Wahrscheinlich dreht sie sich um einen Centralkörper höherer Ordnung. Daß sich Sonnen um einander oder vielmehr um den gemeinschaftlichen Schwerpunkt ihres Systems drehen, weiß man aus den sogenannten

Doppelsternen. Die Kenntniß der Weltkörper höherer Ordnungen als Sonnen und die Fortsetzung jener Reihe müssen wir der Zukunft überlassen. —

Die Zahl der bis 1860 entdeckten Planeten beträgt, wie oben angegeben, 63 (64), die der Nebenplaneten 23. Giebt es außer jenen keine mehr, kennen wir sie bereits alle?

Es ist nicht wahrscheinlich. Sowohl innerhalb des Mercur, als zwischen Mars und Jupiter, als auch jenseits des Neptun können sich noch welche befinden.

Die Umlaufszeit des Mercur ist 88 Tage, die Sonne dreht sich in 25 Tagen um die Achse. Zwischen 25 und 88 Tagen liegt noch Zwischenzeit genug. Nach den Laplace'schen Sätzen können also hier noch Planeten kreisen. Die große Nähe der Sonne wird sie schwer entdecken lassen.

Innerhalb der bereits bekannten Planeten können sich noch unbekannte bewegen, und zwar noch recht viele, nur keine großen. Le Verrier, welcher den Neptun durch Rechnung (mit der Feder, nicht durch's Fernrohr) entdeckt hat, vermuthet, daß sich innerhalb der Mercursbahn ein bis dahin mit den Augen nicht wahrgenommener Planet befinde, in einer Entfernung von $3\frac{1}{2}$ bis 4 Mill. Meilen von der Sonne, dessen Masse etwa der des Mercur gleich kommen möchte. (Es können aber auch, wie zwischen Mars und Jupiter, viele sein, die zusammen diese Masse haben.) Bei dem Laufe des Mercur nämlich stimmen Beobachtung und Berechnung nicht genau überein. Sein Lauf erleidet eine (aus den Einwirkungen der bekannten Planeten nicht erklärbare) „Störung". Diesen „Störenfried" vermuthet der genannte große Astronom an dem bezeichneten Orte. — Und siehe da, er ist gefunden; die rechnende Astronomie hat einen neuen Triumph gefeiert. Der französische Arzt l'Escarbeaut hat ihn am 20. März 1859 aufgefunden. Seine Masse soll $\frac{1}{4}$ der Mercursmasse betragen, und er soll in 19 Tagen seinen Umlauf um die Sonne vollenden. Ganz genaue Bestimmungen sind abzuwarten. Ist die Umlaufszeit richtig angegeben, so ist nach dem 3ten Kepler'schen Gesetze (die Quadratzahlen der Umlaufszeiten verhalten sich wie die Würfelzahlen der mittleren Entfernungen: $365^2 : 19^2 = 20000000^3 : x^3$) die Entfernung des neuen Planeten ungefähr $\frac{1}{7}$ der Entfernung der Erde von der Sonne. —

Jenseits Neptun ist auch noch Raum genug. Denn welche Weite von ihm bis zum nächsten Fixstern im Sternbild Centaur oder Stern 61 im Schwan! Von 600 Millionen Meilen bis 4,8 oder 12 Billionen, oder von 30 Erdweiten bis 2 oder 400000 Erdweiten! Sollte dieser unermeßliche Raum ganz leer sein, nur von Kometen durchsegelt werden? Die in demselben befindlichen Planeten mögen zu schwach beleuchtet sein, als daß wir sie mit unsern Fernröhren wahrnehmen könnten. Durch die Beobachtung der Bewegung des Neptun kann vielleicht auf ihr Dasein, vielleicht sogar auf ihren Ort, ihre Masse ꝛc. geschlossen werden, so daß man sie (mit geistigem Auge) entdeckt, ohne sie jemals (?) zu sehen. —

Ob der Gegensatz zwischen selbstleuchtenden und beleuchteten Körpern ein absoluter ist?

Es scheint nicht, d. h. es scheint Körper zu geben, die zwar von einer Sonne beleuchtet werden, aber auch eigenes Licht haben. So wahrscheinlich die vier entfernteren, mit einer Anzahl von Monden umgebenen Planeten: Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun, deren lebhafter Glanz sich daraus vielleicht erklären läßt.

Wenn man Luft (z. B. in einer Compressionspumpe) stark zusammendrückt, so entwickelt sich nicht nur Wärme, sondern auch Licht. Auf der Oberfläche der Sonne ist die Anziehung 28mal so stark als auf der Oberfläche der Erde; ein Stein fällt dort in der ersten Secunde 28mal 15 = 420 Fuß. Daraus dürfen wir, wenn die Sonne von gasartigen Massen umgeben ist, auf eine sehr starke Zusammendrückung derselben schließen. Daher vielleicht das Leuchten, das Sonnenhafte. Besteht nun ein Weltkörper aus großen Massen und hat Gasarten um sich herum, so daß die Dichtigkeit derselben groß ist, so kann dadurch Licht entstehen, wie es auf dem Jupiter, Saturn und Uranus in der That der Fall zu sein scheint, so daß sich deren eigenes Licht mit dem der Sonne verbindet. Freilich kann ihr auffallend starkes Leuchten auch von der Beschaffenheit ihrer Oberflächen herrühren, die vielleicht spiegelartig das Licht zurückwerfen.

Einige Aufgaben, die man an jedem guten Erdglobus lösen kann.

1) Den Globus richtig zu stellen: a) für den Aequatorbewohner; b) Polbewohner; c) Bewohner Berlins oder $52\frac{1}{2}^0$ nördlicher Breite;

2) den Ort der Neben- und Gegenbewohner und der Gegenfüßler Berlins nachzuweisen;

3) die Tagbogen der Sonne in den 4 Jahreszeiten, die Auf- und Untergangspunkte der Sonne für die 3 (unter 1) angegebenen Hauptstellungen nachzuweisen;

4) die Orte zu bezeichnen: a) welchen die Sonne im Jahre 2mal, 1mal in's Zenith kommt; b) welchen sie stets gegen Süden; c) welchen sie stets gegen Norden culminirt;

5) die Orte zu zeigen: a) deren Tag und Nacht stets gleich ist; b) deren längster Tag 24 Stunden, c) deren Tag 6 Monate, d) deren längster Tag mehr als 12, weniger als 24 Stunden währt;

6) die Orte zu zeigen: a) die alle 4 Weltgegenden, b) die nur eine Weltgegend haben; c) wo nur Südwinde, d) wo nur Nordwinde wehen;

7) die Orte zu zeigen: a) welche einerlei geographische Länge, b) einerlei geographische Breite, c) gleiche, aber entgegengesetzte geographische Breite, d) die kleinste, e) die größte geographische Breite, f) mit allen Orten auf der Erde einerlei geographische Länge haben;

8) die geographische Breite und Länge verschiedener Orte auf dem messingenen Meridian und dem Aequator abzulesen;

9) die Insel aufzusuchen: a) deren geographische Länge 65° und südliche geographische Breite 23½°, b) deren geographische Länge 140° und nördliche geographische Breite 23½° beträgt;

10) zu zeigen, daß die geographische Breite der Polhöhe gleich sei;

11) die Lage der Orte zu zeigen, welche, wenn Berlin Mittag hat, Abends 6 Uhr, Mitternachts 12, Morgens 6 Uhr haben;

12) den Zeitunterschied zwischen Berlin und Konstantinopel, Jerusalem, Peking, Boston und Paris zu bestimmen;

13) die Orte zu zeigen: a) welche die längste, b) die kürzeste Dämmerung haben; c) warum die Dämmerung im Juni und Juli in Berlin die ganze Nacht dauert;

14) zu zeigen: a) wo die unschattigen, umschattigen, ein- und zweischattigen Menschen wohnen; b) wo die senkrechte, die schiefe und die parallele Sphäre ist;

15) die Stellung der Menschen, Bäume, Thürme und Schiffe in verschiedenen Breiten und Längen zu veranschaulichen;

16) die richtige Stellung der Erdachse gegen eine Tischebene, welche die Ekliptik vorstellen mag, zu zeigen;

17) den Parallelismus der Erdachse bei ihrem Umlauf um die Sonne darzustellen;

18) die Stellung der Erde gegen die 12 Zeichen des Thierkreises, welche an dem Rande einer runden Tischebene dargestellt werden, zu Anfang der 4 Jahreszeiten zu versinnlichen;

19) mit den vorhergehenden Stellungen die Achsendrehung zu verbinden und die dadurch entstehenden Erscheinungen nachzuweisen;

20) den Umlauf des Mondes um die Erde, seine Lichtphasen, Sonnen- und Mondsfinsternisse zu veranschaulichen;

21) die Stellungen des Mondes und der Sonne zu bezeichnen, welche die höchsten und die niedrigsten Fluthen erzeugen (siehe später!);

22) nachzuweisen, in welcher Beleuchtung man vom Monde aus in seinen 4 Hauptstellungen die Erde erblickt;

23) die Ursache zu veranschaulichen: a) warum man von der Erde aus nur eine Seite des Mondes, b) warum man auf der einen Seite des Mondes die Erde nie erblickt;

24) darzuthun, warum der Vollmond im Winterhalbjahre höher steht als im Sommerhalbjahre.

Zusatz zu Aufgabe 11.

Wenn es am Rhein, z. B. in Mainz, 12 Uhr Mittag ist, so hat man in Berlin und fast gleichzeitig in Wien 12½ Uhr;

= Warschau und Athen	1	=
= St. Petersburg und Konstantinopel	1½	=
= Jerusalem und Trapezunt	2	=
= Saratow und auf Madagascar	2½	=

Wenn es am Rhein, z. B. in Mainz, 12 Uhr Mittags ist, so hat man

in Orenburg und Teheran	3	Uhr;	
= Buchara und Kabul	4	=	
= Tomsk und auf Ceylon	5	=	
= Irkutsk und Sumatra	6	=	
= Peking und Kanton	7	Uhr	Abends;
= Jakutsk und Westküste Neuhollands	8	=	=
= Ochotsk und Japan	9	=	=
= Kamtschatka und Botanybai	10	=	=
auf den Aleuten und Neuseeland	11	=	=
in der Behringsstraße und im Mangia-Archipel	12	Uhr	Nachts.
Dagegen in Amsterdam und Marseille	$11\frac{1}{2}$	Uhr	Vormittags;
in Edinburg und Bayonne	11	=	=
= Dublin und Lissabon	$10\frac{1}{2}$	=	=
auf Madera und in Senegambien	10	=	=
= den azorischen Inseln und auf Trinidad	9	=	=
= Terre neuve und in Rio de Janeiro	8	=	=
= den Bermuden und in Buenos Ayres	7	=	=
in Newyork und Lima	6	=	=
= New-Orleans und Chiapa	5	=	=
auf Melville und in Santa Fé	4	=	=
am großen Bärensee und in Neu-Californien	3	=	=
an der Mündung des Mackenziestroms und im Archipel der Gefahr	2	=	=
im russischen Amerika und auf Owaihi	1	Uhr	Nachts.

Nach der Analogie von „Windrose" könnte man einen in 24 gleiche Theile getheilten Kreis mit beigeschriebenen Ortsnamen und Zahlen, welche die Tageszeit derselben mit Bezug auf eine für den Hauptort angenommene Zeit angeben, eine Zeitrose nennen.

(Frage. Wenn Berlin Mitternacht hat, so haben die Sandwichsinseln Mittag. Gesetzt, mit jener beginnt für uns der 1. Mai. Fällt der gleichzeitige Mittag der Sandwichsinsulaner für sie auch auf den 1. Mai? — Oder: Wenn wir am Anfange eines Jahres stehen, Mitternachts präcis 12 Uhr am 1. Januar, welches Datum schreibt man dann in Orten, die 180° ost- oder westwärts von uns entfernt sind? den 31. Dec. Mittags 12 Uhr, oder den 1. Januar Mittags 12 Uhr (vorausgesetzt, daß die dortigen Bewohner dieselbe Kalenderrechnung haben wie wir)? Arago sagt (Popul. Astronomie II. S. 224): „Wenn Reisende auf die Inseln der Südsee gelangen, die 12 Stunden vom Pariser Meridian entfernt liegen, so müssen sie in ihrer Rechnung den Wochentag verschieden rechnen, je nachdem sie aus Indien oder aus Amerika kommen." —

Schlußbemerkung. Wie ich mehrmals bemerkt habe, muß man sich alle Bewegungen der Weltkörper im Weltall vorstellen, d. h. mit der Phantasie in das Weltall hineingehen, sich nicht durch die Zimmer-

wände beschränken lassen, nicht an der Wandtafel oder der Zeichnung auf Papier kleben bleiben, sondern die im Raume vorgehenden Thatsachen im freien Raume sich darstellen. Erst, wenn man dieses versucht und nach Möglichkeit verwirklicht hat, erst dann benutze man glücklich ersonnene Maschinen (Tellurien, Lunarien, künstliche Sonnensysteme rc.). Die vorzüglichsten Werkzeuge dieser Art läßt der Lehrer Ed. Wetzel in Berlin anfertigen. Eine kurze Beschreibung derselben stehe an dieser Stelle!

Herr Wetzel hat, geleitet durch die bei seinem Unterrichte in der mathematischen Geographie und Astronomie gemachten Erfahrungen, einen großen Apparat construirt, der in eigenthümlicher Weise den Himmelsglobus, die Armillarsphäre, das Tellurium und Lunarium, ja zum Theil das Planetarium, in sich vereinigt und die Anschaffung dieser Maschinen für den Unterricht in den eben genannten Gegenständen entbehrlich macht. Der Apparat soll sowohl methodischen, als auch wissenschaftlichen Anforderungen genügen. Er bildet im Ganzen eine große Ringkugel von ungefähr 3 Fuß im Durchmesser, welche aus Kreissystemen, dem des Aequators und der Ekliptik, besteht, und in welche die Erde mit einem für alle Breiten stellbaren Horizont gesetzt werden kann. Durch diese Einrichtung ist einmal die Möglichkeit gegeben, zu zeigen, wie man die Lage eines Punktes am Himmel in Beziehung auf Aequator, Ekliptik und Horizont bestimmt, und wie sich die scheinbaren Bewegungen an Sonne, Mond und Sternen für jeden Ort auf der Erde und jeden Tag im Jahre naturgemäß gestalten. Sodann läßt sich der Apparat in ein vollständiges Tellurium und Lunarium verwandeln, und vermag man so die wirklichen Bewegungen von Erde, Mond und Planeten (bei letzteren einzeln) zur Darstellung zu bringen, und zwar so, daß alle diese Bewegungen innerhalb der umschließenden Himmelskugel vor sich gehen. Durch Drehung einer Kurbel setzen sich Erde und Mond gleichzeitig in Bewegung um eine als Sonne dienende Gaslampe, und werden so alle jene scheinbaren Bewegungen aus der wirklichen Bewegung von Erde und Mond erklärt und also nachgewiesen.

Besonderer Fleiß ist auf Darstellung der Mondbewegung verwandt, und es treten die Entstehung der Phasen, die Bedingungen der Finsternisse, die Bewegung der Knotenlinie rc. sehr deutlich in's Auge. Der ganze Apparat ist für so zweckmäßig befunden worden, daß der Minister der geistlichen und Unterrichts-Angelegenheiten denselben den höheren Schulanstalten empfohlen hat. Der Preis des höchst solide gearbeiteten Apparats ist 100 Thlr. und nimmt der Erfinder, wohnhaft Puttkammerstraße 10 in Berlin, Bestellungen auf denselben an. Eine Erläuterung und Gebrauchsanweisung wird beigegeben.

Zugleich hat der Erfinder, um verschiedenen Bedürfnissen zu genügen, diesen großen Apparat in zwei andere selbstständige Apparate zerlegt, von denen der eine die scheinbaren, der andere die wirklichen Bewegungen darzustellen bestimmt ist.

Der erste Apparat, eine wesentlich verbesserte Armillarsphäre von 20 Zoll Durchmesser, zeigt mit gleicher Deutlichkeit, wie der große Apparat, die scheinbaren Bewegungen an Sonne, Mond und Sternen und was damit zusammenhängt, und kostet 30 Thlr. Auch kann er durch Hinzufügung passender Mechanismen so vervollständigt werden, daß er die Bewegung von Erde und Mond um eine als Sonne dienende Lampe zeigt, so daß er auch ein Tellurium und Lunarium ersetzt. So vervollständigt kostet er 35 Thlr.

Der zweite dieser Apparate ist bestimmt, die wirklichen Bewegungen von Erde, Mond und Planeten (von letzteren einzeln) darzustellen, und ist, ohne die umschließende Ringkugel, ein vollständiges Tellurium und Lunarium, und wird vermittelst einer Kurbel in Bewegung gesetzt. Er kostet 30 Thlr. und, wenn auch die Bewegung von Erde und Mond um den gemeinschaftlichen Schwerpunkt dargestellt werden soll, 36 Thlr.

Diese Apparate werden wohl für den Schulgebrauch die vorzüglichsten sein, welche wir bis jetzt besitzen. —

V. Bewegende Kräfte oder die Ursachen der Bewegungen und des Gleichgewichts in dem Sonnensystem.

Es giebt kein einfacheres und zugleich erhabeneres Schauspiel, als das ist, welches das Sonnensystem darbietet: ein Centralkörper; um ihn, beinahe in derselben Ebene, 63 (bis jetzt entdeckte) Körper herumlaufend, von denen mehrere wieder von kleineren Körpern umkreiset werden; außerdem unzählige Kometen, in ihrer seltsamen Weise in allen Richtungen den Weltraum durchschreitend, alle aber an denselben Mittelpunkt gebunden, angezogen und anziehend; und ihre mannigfaltigen, wunderbaren Bewegungen vollzogen in solcher Regelmäßigkeit und Sicherheit, daß die Sternkundigen im Stande sind, die Erscheinungen der meisten auf Jahrhunderte, ja Jahrtausende voraus zu bestimmen, ja sogar rückwärts zu rechnen.

Hat man sich eine Zeit lang in stiller Bewunderung dieses große, erhabene, organische Ganze vorgestellt, so möchte man gern einen Blick in das Innere thun, die Ursachen kennen lernen, welche in demselben walten. Ursachen, welche in der körperlichen (physischen),

wie in der geistigen Welt wirken, heißen Kräfte. Welches sind, fragen wir daher, die Kräfte, durch deren Wirkungen die Erscheinungen des Himmels, namentlich die Bewegungen der Planeten, hervorgerufen werden? Die Kräfte sind bewegende Kräfte. Ist es eine, sind es mehrere? welche, und wie wirken sie? Die Beantwortung dieser Fragen verdanken wir vorzugsweise dem großen britischen Naturforscher Newton, geboren 1642, gestorben 1727 und begraben in der Westminsterabtei in London neben den Königen und anderen unsterblichen Männern der großen englischen Nation.

1. Die Kraft, welche der Schöpfer als Urkraft in die Materie legte, ist die Anziehungskraft. Jedes materielle Theilchen — ob fest, flüssig, luftförmig, gleichviel — zieht jedes andre materielle Theilchen an; alle haben vermöge dieser Eigenschaft das Bestreben, sich mit einander zu vereinigen, zusammen zu sein und einen Körper auszumachen. Wenn kein Hinderniß vorhanden ist, so folgen sie natürlich dieser Kraft, und wo es nicht geschieht, da ist eben ein Hinderniß vorhanden, d. h. eine andre Kraft, welche die unbedingte Wirksamkeit jener Kraft einschränkt. Wo nur eine vorhanden ist, da wirkt sie natürlich uneingeschränkt. Denn eine Ursache ist niemals ohne ihre Wirkung.

Wie ein Magnet ein in seine Nähe gebrachtes Eisenfeilspänchen oder eine Nadel zu sich heranzieht und sie festhält, so zieht jedes materielle Theilchen jedes andre an. Die Magnetkraft ist auch eine Anziehungskraft, aber sie erstreckt sich nur auf gewisse Körper; die in jeder Materie liegende ist eine ganz allgemeine, die allgemeine Anziehungskraft (allgemeine Attractionskraft, unpassend auch allgemeine Schwerkraft genannt). Sie ist nicht auswendig an, sondern in und mit der Materie. Sie entstand, als im unbekannten Anfange (?) der Dinge die Materie entstand, mit der Materie. Stoff und Kraft sind identisch. Es existirt kein Stoff ohne Kraft, keine Kraft ohne Stoff. Nichts in der Welt berechtigt uns, von Kräften an und für sich, ohne Körper, zu reden. Naturkraft ist die Wirkung der Körper auf einander. Ohne Gegenstände ist die Anziehungskraft so wenig denkbar, wie irgend eine andre Kraft ohne Stoff. Die Anziehungskraft ist eine Grundkraft, d. h. sie kann, auf dem jetzigen Standpunkte der Naturwissenschaften, von keiner anderen Kraft abgeleitet, und die Materie kann ohne sie eben so wenig gedacht werden, wie sie ohne Materie.

Denken wir uns die den Raum erfüllende Materie im Anfange der Dinge, als das Chaos existirte, in dem Weltraume zerstreut, so mußte zugleich die Wirkung der mit der Materie gegebenen Anziehungskraft erfolgen, d. h. die materiellen Theilchen vereinigten sich,

es entstanden größere Körper. Wir wissen, daß in dem Theile des Weltraumes, in dem wir uns befinden, ein sehr großer und eine Anzahl kleinerer entstanden ist: der Sonnenkörper, die Planeten, die Kometen. Warum sich nicht die ganze Materie zu einem Körper vereinigt hat, wissen wir nicht. Es muß ein Hinderniß, d. h. eine zweite Kraft vorhanden gewesen sein, die dieses nicht zuließ. Wo wir eine Kraft, die unser Verstand als vorhanden seiend oder vorhanden gewesen annehmen muß, nicht kennen, da denken wir an den allmächtigen Willen des Schöpfers, der allen Kräften und Erscheinungen der Natur zu Grunde liegt*). Genug, an einzelnen Stellen des Weltraums vereinigten sich die Materien und bildeten größere Körper. Diese zogen einander an, vereinigten sich aber nicht, es wirkte eine andere Kraft mit, in andrer Richtung als die Anziehungskräfte, und durch die vereinigte Wirkung beider entstanden die Bewegungen der Himmelskörper um einander. Die Sonne zog die Planeten, die Planeten die Sonne an; jene, wie diese, bewegten und bewegen sich um den gemeinschaftlichen Schwerpunkt des ganzen Systems. Die von dem großen Sonnenkörper ausgehende Kraft zog die Planeten zu sich hin (die Centripetalkraft), eine andre, nach der Seite gehende Kraft (unbestimmt Centrifugalkraft genannt) wirkte ihr entgegen; beide vereinigt erzeugten die krummlinigen Bewegungen. Eine Kraft allein kann nur eine geradlinige Bewegung hervorbringen; der Körper, auf den sie wirkt, muß ihr folgen. Wo daher eine krummlinige Bewegung ist, da wirken unausgesetzt wenigstens zwei Kräfte auf den Körper, von welchen jede allein ihn in gerader Linie forttreiben würde.

2. Die Stärke der Anziehung, welche ein Körper auf einen andern ausübt, hängt (abgesehen von andern Umständen, der Entfernung u. s. w.) von der Menge seiner Theile, d. h. von seiner Masse, ab. Doppelte Masse, doppelte Kraft der Anziehung, halbe Masse, halbe Anziehungskraft u. s. w. Aus was für Stoffen die Masse besteht, ob aus Metallen oder aus Erden, ob aus Holz oder Wasser oder Luft ꝛc., ist gleichgültig.

3. Die Stärke der Anziehung, welche ein Körper von einem andern erfährt, hängt nicht von der Masse des angezogenen Körpers ab. Ein Körper zieht zwei andere Körper, wenn diese auch

---

*) So unterscheidet sich die Weltansicht des gewöhnlichen Mannes von der des gebildeten: jener schreibt die Wirkungen unmittelbar dem Schöpfer zu, während dieser in den Wirkungen Naturkräfte erkennt, die aber auch zuletzt auf den Schöpfer der Natur zurückgehen. Je genauer man das Wesen der Dinge und ihrer Erscheinung erforscht, desto mehr tritt die letzte (oder erste) Ursache der Dinge zurück.

sehr ungleiche Massen haben, wenn sie nur gleich weit von dem anziehenden Körper entfernt sind, gleich stark an. Der ungeheure Unterschied in der Größe der angezogenen Körper macht keinen Unterschied in der Bewegung, welche die Einwirkung des anziehenden Körpers auf sie hervorbringt.

Die Größe der Masse eines Körpers wird durch den Druck, den er auf eine Unterlage ausübt, d. h. durch das Gewicht bestimmt; und die Masse hängt ab von dem Raume, den sie einnimmt, und von ihrer Dichtigkeit. Je größer der Raum, desto größer die Masse; je größer die Dichtigkeit, desto größer die Masse. (Die Massen zweier Körper verhalten sich bei gleichem Rauminhalt oder Volumen wie die Dichtigkeiten; bei gleichen Dichtigkeiten wie die Räume; bei ungleichem Rauminhalt und ungleichen Dichtigkeiten stehen die Massen im zusammengesetzten (geraden) Verhältniß der Rauminhalte und der Dichtigkeiten).

4. Das Verhältniß der Stärke der Anziehung, mit welcher ein (ein und derselbe) Körper zwei andere, die ungleich weit von ihm entfernt sind, anzieht, hängt von der Entfernung derselben ab. Der ihm nähere wird stärker von ihm angezogen, als der weiter entfernte; je größer die Entfernung ist, desto schwächer ist die Anziehung; wächst die Entfernung, so nimmt die Anziehung ab, nimmt die Entfernung ab, so wächst die Stärke der Anziehung; kurz: mit dem Wachsthum des Einen ist die Abnahme des Andern verbunden, und umgekehrt. Doch meine man nicht, daß in doppelter Entfernung die halbe Anziehung, in dreifacher Entfernung $\frac{1}{3}$ der Anziehung statt finde, so ist es nicht; sondern in:

der doppelten Entfernung ist $\frac{1}{4}$ der Anziehung;
= 3fachen = = $\frac{1}{9}$ = =
= 4 = = = $\frac{1}{16}$ = =
= 10 = = = $\frac{1}{100}$ = =
= 60 = = = $\frac{1}{60.60} = \frac{1}{3600}$ der Anziehung;

d. h. die anziehende Kraft, die ein Körper auf einen andern in ungleichen Entfernungen ausübt, nimmt ab, wie die Quadratzahlen der Entfernungen zunehmen; oder die anziehenden Kräfte, welche ein Körper auf zwei andere in ungleichen Entfernungen von ihm ausübt, verhalten sich umgekehrt wie die Quadratzahlen der Entfernungen. Nimmt man z. B. die Entfernung der Erde von der Sonne = 20 Millionen Meilen, die des Saturn = 200 Millionen Meilen, diese also 10mal so groß als jene, so wird die Erde 10mal 10, d. h. 100mal so stark angezogen als der Saturn, oder die Anziehungskraft, mit welcher die Sonne den Saturn anzieht, ist $\frac{1}{100}$ der Stärke, mit

welcher die Erde von der Sonne angezogen wird. Die Stärke der Anziehung nimmt also mit der Entfernung sehr schnell ab.

Die Erde zieht Sonne und Mond an, aber mit ungleicher Stärke. Ist die Entfernung des Mondes von der Erde = 50000 Meilen, der Sonne von der Erde = 20 Millionen, diese also 400mal so groß als jene, so zieht die Erde die Sonne mit $\frac{1}{400 \cdot 400}$ = $\frac{1}{160000}$ der Kraft an, mit der sie den Mond anzieht.

5. Die Stärken der Anziehung, mit welchen ein Körper von zwei andern in ungleichen Entfernungen von ihm angezogen wird, stehen nach dem Bisherigen nicht in einem einfachen, sondern in einem zusammengesetzten Verhältniß, nämlich in dem zusammengesetzten Verhältniß, welches entsteht durch das gerade Verhältniß der Massen beider Körper und das umgekehrte Verhältniß der Quadratzahlen der Entfernungen von ihm. Wie verhält sich z. B. die Stärke der Anziehung, welche die Sonne auf den Mond ausübt, zu der Stärke der Anziehung, welche die Erde auf ihn ausübt?

Gesetzt, die Masse der Sonne wäre 300000mal so groß als die Masse der Erde, so wäre die Anziehung der Sonne auf den Mond auch 300000mal (genauer 354000mal) so groß als die Anziehung der Erde auf den Mond, wenn er sich in gleichen Entfernungen von Sonne und Erde befände. Da aber die Entfernung des Mondes von der Erde nur $\frac{1}{400}$ seiner Entfernung von der Sonne beträgt, so zieht ihn die Erde 400.400 d. h. 160000mal so stark an. Folglich verhält sich die Stärke, mit der der Mond von der Sonne angezogen wird, zu der Stärke, mit welcher er von der Erde angezogen wird, wie $300000 \cdot \frac{1}{160000} : 1 = 30 \cdot \frac{1}{16} : 1 = \frac{30}{16} : 1$, ungefähr = 2 : 1. Die Hauptbewegung des Mondes ist darum (wie oben schon berichtet) die um die Sonne, die Nebenbewegung die um die Erde.

6. Ein Körper, der von einem andern angezogen wird, folgt, wenn keine andere Kraft zugleich auf ihn wirkt, dieser Anziehung, d. h. er nähert sich ihm in der geraden Linie zwischen beiden. Je stärker er angezogen wird, desto schneller geht er auf ihn los; doppelte Stärke: doppelte Geschwindigkeit. Folglich ist die Geschwindigkeit, mit welcher ein Körper von Anfang an, in der ersten Secunde, sich einem andern, der ihn anzieht, nähert, ein Maaß für die Stärke der Anziehung*). Nähert er sich dem einen in der ersten Secunde um 10 Fuß, während er sich einem andern in der ersten

*) Obiger Satz ist zu accentuiren. Anfänger meinen immer wieder, das Gewicht eines Körpers sei ein Maaß für die Stärke, mit welcher er angezogen wird. Diese Stärke liegt aber nicht in ihm, sondern in dem Körper, von welchem er angezogen wird.

Secunde um 1 Fuß nähern würde, so wird er von jenem 10mal so stark angezogen als von diesem und umgekehrt.

Die Physik zeigt, daß die Räume, in welchen ein Körper sich einem andern, der ihn anzieht, in gleichen, auf einander folgenden Zeittheilen, z. B. in einzelnen Secunden, nähert, wachsen, wie die Reihe der ungeraden Zahlen wächst: 1, 3, 5, 7 u. s. w., und daß folglich die Räume, die er in ungleichen Zeiten, von Anfang an gerechnet, durchschreitet, sich wie die Quadratzeilen der Zeiten verhalten.

Raum	in	1 Secunde	:	Raum	in	2 Secunden	=	1 : 4
〃	〃	1 〃	:	〃	〃	3 〃	=	1 : 9
〃	〃	2 Secunden	:	〃	〃	3 〃	=	4 : 9
〃	〃	5 〃	:	〃	〃	7 〃	=	25 : 49.

Aufgabe. Zu bestimmen das Verhältniß der Stärke der Anziehung, welche die Sonne auf die verschiedenen Planeten ausübt!

Antwort: Diese Stärke hängt von der Masse der Sonne und von der Entfernung der Planeten von ihr ab. Da die Masse der Sonne dieselbe ist, so kommt nur die Entfernung in Betracht. Wir setzen die Stärke, mit der die Sonne die Erde anzieht, = 1.

Entfernung des Mercur von der Sonne: Entfernung der Erde von der Sonne = 8 Millionen Meilen : 20 Millionen Meilen; folglich Stärke der Anziehung, die der Mercur erfährt, zu der Stärke der Anziehung, welche die Erde erleidet, wie 20 . 20 : 8 . 8 = 400 : 64 = 50 : 8 = $6\frac{1}{4}$: 1, d. h. der Mercur wird von der Sonne $6\frac{1}{4}$ mal so stark angezogen als die Erde, und wenn beide anfingen, sich der Sonne in geraden Linien zu nähern, so würde der Mercur in der ersten Secunde $6\frac{1}{4}$mal den Weg zurücklegen, den die Erde in der ersten Secunde zurücklegt.

Entfernung des Saturn von der Sonne : Entfernung des Uranus von der Sonne ungefähr = 1 : 2; folglich Stärke der Anziehung, die beide erleiden, = 4 : 1; u. s. w.

Anmerkung. Will der Leser wissen, wie man die oben vorgetragenen Gesetze über die Anziehungskraft gefunden hat, so muß er sich zum Studium der physischen Astronomie wenden. Die Auseinandersetzung ist für unsern Zweck zu weitläuftig und schwierig. Nur begreift sich unschwer die Möglichkeit der Berechnung, wenn man bedenkt, daß man die Entfernung der Planeten von der Sonne, ihre Umlaufszeiten und folglich ihre Geschwindigkeiten in ihren Bahnen kennt. Durch das Nachfolgende wird die Sache der Vorstellung noch etwas näher gebracht. Sie ist so zuverlässig, daß die auf obige Sätze sich stützenden Berechnungen der Astronomen die Stellungen der Planeten auf Jahrhunderte bis auf die Secunde genau vorausbestimmen.

7. Außer der Anziehungskraft, welche die Materie auf einander ausübt, hat der Schöpfer noch eine andere Eigenschaft in die Materie gelegt, das Gesetz der Beharrung. Die Materie ist an

sich leblos, d. h. sie kann sich nicht nach ihrem Willen bestimmen, sie wird bestimmt; sie bleibt in dem Zustande, in dem sie sich befindet, wenn nicht Kräfte sie in einen andern versetzen. Ruht ein Körper, so bleibt er in Ruhe; bewegt er sich, so beharrt er in dieser Bewegung, bis er aus der Ruhe heraus- oder in eine andere Bewegung hineingerissen wird. Das Erste liegt unsrer Vorstellung näher als das Zweite; aber das Zweite ist eben so sicher wie das Erste. Beides zusammen nennen wir das Gesetz der Beharrung (unpassend auch Gesetz der Trägheit genannt). Vermöge desselben, d. h. der Leblosigkeit des Körpers, geht er in der Richtung, die er einmal hat, und mit derselben Geschwindigkeit, die er hat, fort und fort, d. h. er setzt, vermöge des Beharrens, die gerade Linie fort, die er in irgend einem Moment der Bewegung hat, und mit gleichmäßiger Geschwindigkeit. Vermöge seiner Leblosigkeit würde ein jeder Körper, der einmal Bewegung hat, mit gleichmäßiger Geschwindigkeit in gerader Linie ewig fortgehen. Thut ein bewegter Körper dieses nicht, so müssen noch andre Kräfte auf ihn einwirken. Geht er in krummer Linie, so muß eine andere Kraft fortwährend auf ihn wirken. Denn hörte diese einen Augenblick auf zu wirken, so würde er sogleich in der Richtung, die er in diesem Augenblicke hat, d. h. in der Richtung der Tangente der krummen Linie, die er bisher beschrieben hat, fortgehen. Geschieht dieses nicht, so lenkt ihn eine andere Kraft fortwährend von dieser Tangentialrichtung ab, und bewegt er sich in einer in sich geschlossenen krummen Linie, z. B. in einem Kreise oder in einer Ellipse, so befindet sich die ihn von der Tangente ablenkende anziehende Kraft in dem Mittelpunkte seiner Kreis-, in dem Brennpunkte seiner elliptischen Bahn.

Gesetzt (Fig. 34.), in E befände sich ein Körper, der von einem andern S angezogen wird, in der Richtung ES, so würde er, wenn keine andre Kraft auf ihn wirkte, dieser Anziehungskraft in der Richtung ES folgen, und z. B. in gleichen, auf einander folgenden Zeiten in e, f, g, h u. s. w. ankommen. (Nr. 6. dieses Kap.) Angenommen aber, er habe in E eine Richtung in der geraden Linie Ed, oder bekomme sie durch eine Kraft, die ihn mit gleichmäßiger Geschwindigkeit in den einzelnen, jenen gleichen Zeittheilen durch die Räume Ea, ab, bc, cd treiben würde: welche Bewegung würde der Körper E, von den zwei Kräften zugleich getrieben, annehmen? Er würde nicht nach S, nicht nach d zu gehen, sondern in einer mittleren Richtung (die Diagonalen der durch den Winkel bei E und die Seiten Ea und Ee, Eb und Ef ꝛc. bestimmten Parallelogramme) Eiklm, d. h. in einer krummen Linie, wenn man sich nämlich die Linien Ei, ik u. s. w. sehr klein vorstellt, wie es bei stetig wirken-

den Kräften geschehen muß. ai, bk, cl, dm können, wenn S sehr weit entfernt ist, als in S zusammentreffend angesehen werden. S ist dann der Mittelpunkt der Bewegung.

Beharrungsvermögen und Anziehungskraft treiben die Planeten in Ellipsen um die Sonne*). Das Band, das sie an einander bindet, ist unzerreißbar.

8. Wenn S (Fig. 35.) den Ort der Sonne bezeichnet, den einen Brennpunkt der Ellipse, die ein Planet um sie beschreibt, z. B. die Erde, ab die große Achse, so ist die Erde der Sonne in a am nächsten, in b am entferntesten. Liefe nun die Erde in der Richtung acdba um die Sonne, so hätte sie vermöge des Beharrungsvermögens in a die Richtung aa', in c die Richtung cc' u. s. w. Die Sonne zieht die Erde in a in der Richtung aS, in c in der Richtung cS, in d in der Richtung dS u. s. w. an. Durch beide Kräfte zusammen entsteht die elliptische Bahn acde u. s. w.

In a wirken Beharrungsvermögen (Centrifugalkraft in Bezug auf den Mittelpunkt der Bewegung, besser**): Schwungkraft ge-

---

*) Die Art, wie die Centralkräfte zusammenwirkend einen Körper um den Centralpunkt (den gemeinschaftlichen Schwerpunkt) herumdrehen, kann den Schülern durch einen Körper, der an einem Faden herumgeschwungen wird, deutlich gemacht werden. Am besten dreht man den Körper so, daß der Faden eine horizontale Lage, etwa um den Kopf herum, bekommt. Je schneller man dreht, desto stärker wird der Faden gespannt, d. h. desto stärker wird das Streben des Körpers, sich von der Hand zu entfernen. Zerreißt der Faden, so geht der Körper in der Richtung der Tangente des Kreises fort. Diese Tendenz bringt die Spannung des Fadens hervor. Ist der Faden elastisch, so wird er bei schnellerer Bewegung sich verlängern, bis seine Elasticität der Spannung das Gleichgewicht hält. Bei langsamer Bewegung wird der Faden sich zusammenziehen. Zwischen beiden Zuständen wird es einen mittleren Beharrungszustand geben, wo zwischen der Elasticität des Fadens und der Schnelligkeit der Bewegung das Gleichgewicht statt findet.

Der Faden repräsentirt die Kraft der Anziehung, die Elasticität desselben die Veränderlichkeit der Anziehung, wenn die Entfernung des Körpers vom Centralpunkte sich ändert u. s. w. Die Bewegung des Körpers um den Centralpunkt ist folglich überall als das Spiel zweier sich ausgleichenden Kräfte zu betrachten. Zwischen denselben können in obigem Beispiele folgende Fälle stattfinden:

1) die Schleuderkraft (Schwung- oder Centrifugalkraft) ist größer als die Festigkeit der Schnur, — dieselbe reißt, die Kugeln fliegen aus einander;

2) die zusammenziehende Kraft der Schnur ist stärker als die Schwungkraft — die Kugeln vereinigen sich, besonders wenn die Contractivkraft der Schnur (wie bei der Anziehung) mit ihrer Verkürzung wächst. Die Kugeln nähern sich in der Weise, wie ein um den Finger, um den sich der Faden aufrollt, gedrehter Körper;

3) die Kraft der Schnur und die Schwungkraft stehen im Gleichgewicht, die Kugeln schwingen fortwährend um den gemeinsamen Schwerpunkt, wie die Himmelskörper, mit dem Unterschiede, daß diese sich in Ellipsen bewegen.

**) Das Wort Centrifugalkraft erzeugt noch immer ein Gespenst in den Köpfen. Mit ihm bezeichnet man nichts mehr als eine von einem Cen-

nannt, die nichts Anderes ist als Folge des Beharrungsvermögens) aa' und Anziehungskraft (Centripetalkraft) aS senkrecht, in c, d, e, f unter stumpfen Winkeln auf einander. In a wirken beide Kräfte einander also weniger entgegen, als in c, d, e u. s. w.; d. h. die Wirkung beider, d. i. die Bewegung der Erde, muß in a schneller sein als in c, d, e bis b, d. h. die Erde bewegt sich von a bis b in abnehmender Geschwindigkeit.

In b steht die Richtung des Beharrungsvermögens wieder senkrecht auf bS, in der Richtung der Anziehung, und in g, h ꝛc. bilden beide spitze Winkel mit einander, d. h. sie wirken mehr zusammen; die Bewegung der Erde von b nach a muß folglich eine beschleunigte sein. Von a nach b bewegt sich die Erde in abnehmender, von b nach a in zunehmender Geschwindigkeit. a ist der Punkt der Sonnennähe, b der Punkt der Sonnenferne. Wenn die Erde in jenem steht, so geht sie am schnellsten, wenn sie in diesem sich befindet, am langsamsten. Die Hälfte ihrer Bahn xay wird also in kürzerer Zeit zurückgelegt, als die andere Hälfte ybx. Dieses ist die Lösung des oben unaufgelöset gebliebenen Problems. Sie giebt Aufschluß darüber, warum unser Sommerhalbjahr (etwa 7 Tage) länger ist als unser Winterhalbjahr. Denn die Erde legt den Weg ybx während des Sommers der nördlichen Halbkugel zurück.

Wird ein Körper auf der Erdoberfläche schief in die Höhe geworfen, so steigt er in einer krummen Linie (Parabel) mit verzögerter Geschwindigkeit bis zu dem Punkte, in dem er die größte Höhe erreicht. Von da nähert er sich wieder der Erde mit beschleunigter Geschwindigkeit. Einem solchen geworfenen Körper gleicht ein Planet auf seiner Bahn; von a steigt er gegen y und b immer langsamer, von b durch x nach a fällt er.

---

trum, wohin die Centripetalkraft tendirt, ablenkende Richtung. Bei den Himmelskörpern, die sich um ein Centrum drehen, denkt man sie sich durch einen einmal wirkenden, ursprünglichen, ersten Stoß entstanden, dessen Wirkung freilich bis ins Unendliche fortdauert. Eine fortwährend thätige Kraft ist die Anziehungskraft, welche dem Körper in jedem Augenblick von der geradlinigen Bahn, von der Tangentialrichtung, ablenkt. Wer sich nun unter Centrifugalkraft eine abstoßende Kraft denkt, welche gleichzeitig von dem Centrum der Bewegung aus wirkt, hat ein Gespenst in dem Kopfe. Existirte diese mit der Anziehungskraft, so würden sie sich entweder beide gegenseitig aufheben, im Fall der gleichen Stärke, oder eine von beiden würde das Uebergewicht haben. In jenem Falle würde der Planet z. B. still stehen, in diesem entweder nach dem Centrum hingehen, oder sich von ihm entfernen. Eine Umlaufsbahn könnte in keinem der Fälle entstehen. Darum vermeidet man das Wort Centrifugalkraft lieber ganz. Im Centralkörper ist nur eine Kraft, die Anziehungskraft; das Uebrige ist Tangential- oder Schwungkraft, eine Folge des Beharrungsvermögens der Körper, d. h. der Unfähigkeit, den Zustand zu ändern.

In a wird er von der Sonne am stärksten, in b am schwächsten angezogen. In der Ellipse der Erdbahn verhält sich Sa : Sb = 29 : 30; folglich die Kraft der Anziehung in a zu der in b = 30 . 30 : 29 . 29. Mit der Annäherung der Erde von b nach x und a hin nimmt nicht nur die Anziehungskraft zu, sondern, wie wir gesehen haben, auch die Bahngeschwindigkeit. Wäre dieses nicht, so würde die Erde sich dem Punkte S immer mehr und mehr nähern und endlich mit der Sonne vereinigen. Das Umgekehrte findet statt von a nach y zu. Ebenso würde sich die Erde, wenn mit der Abnahme der Anziehungskraft gegen b zu nicht zugleich die Bahngeschwindigkeit und mit ihr die Schwung- oder Centrifugalkraft abnähme, von der Sonne immer weiter und weiter entfernen.

Folgende Notizen und Zusätze dürften manchem Leser willkommen sein.

Der große Astronom Kepler, geboren 1571, gestorben 1630, hat folgende drei Gesetze entdeckt:

1) Die Planeten bewegen sich in Ellipsen um die Sonne.

2) Der Radius Vector (der Leitstrahl) beschreibt in gleichen Zeiten gleiche Flächenräume.

3) Die Quadratzahlen der Umlaufszeiten zweier Planeten verhalten sich wie die Würfelzahlen ihrer mittleren Entfernungen.

Diese drei Gesetze heißen die Kepler'schen. Er leitete sie durch Schlüsse aus einzelnen Beobachtungen und Rechnungen ab (durch Induction); Newton, der die Theorie der allgemeinen Anziehung (allgemeinen Attraction oder Schwere) aufstellte, bewies sie wissenschaftlich. Einige Erläuterungen werden an rechter Stelle stehen.

Das erste Gesetz kennen wir schon.

Das zweite folgt aus einer kurzen Betrachtung.

S (Fig. 36.) sei der Mittelpunkt eines anziehenden Körpers, a der Ort eines angezogenen. Derselbe habe das Bestreben, sich vermöge des Beharrungsvermögens, der Schwung- oder Fliehkraft, von a nach b zu bewegen, in der Zeit, in welcher er von der Anziehungskraft des Punktes S von a nach c sich bewegen würde. Beide Kräfte vereinigt, treiben ihn in derselben Zeit durch die Diagonale ad des Parallelogramms abdc. In der darauf folgenden gleichen Zeit würde er vermöge des Beharrungsvermögens in der geraden Linie ad fortgehen und de = ad zurücklegen. Gesetzt, df wäre der Raum, durch den ihn die Anziehungskraft in derselben Zeit führen würde, so bewegt er sich durch die Diagonale dg des Parallelogramms degf. In dem dritten, dem ersten gleichen Zeittheile ginge er in dg fort, durch gh = dg. Die Anziehungskraft bewege ihn durch gi: er durchläuft also gk, die Diagonale des Parallelogramms ghki, u. s. w. adgk ist der Weg des Planeten, eine krumme Linie, wenn ab, ac, de, df u. s. w., wie es sein muß, da die Kräfte

nicht stoßweise, sondern stetig wirken, unendlich klein angenommen werden.

Eine gerade Linie von S nach a, d, g, k u. s. w., kurz nach einem Punkte der Bahn des Planeten, nennt man radius vector, Leitstrahl. Derselbe hat, wenn man sich ihn an dem Planeten befestigt denkt, in dem ersten Zeittheil das △ S a d, in dem zweiten das △ S d g, in dem dritten das △ S g k beschrieben. Wie verhalten sich diese zu einander?

Man ziehe die geraden Linien S e, Sh.

a d = d e

△ S a d = △ S d e, als △△ von gleichen Grundlinien und Höhen.
△ S d e = △ S d g, aus demselben Grunde; S d ist gemeinsame Grundlinie, und S d ‡ g e.

△ S a d = △ S d g.

Ebenso ist △ S d g = △ S g h
△ S g h = △ S g k

△ S d g = △ S g k;

d. h. die Flächenräume, welche der Leitstrahl in gleichen Zeiten beschreibt, sind einander gleich.

Wenden wir dieses noch auf die Fig. 35. an, so müssen, wenn die Bogen a d und b g in gleichen Zeiten durchschritten werden, die Dreiecke S a d und S b g einander gleich sein. In Dreiecken von gleichen Flächen verhalten sich die Grundlinien umgekehrt wie ihre Höhen, d. h. a d : b g = S b : S a. Da nun a d und b g die in gleichen Zeiten durchlaufenen Räume, d. h. die Geschwindigkeiten des Planeten in den Punkten a und b vorstellen, so verhalten sich dieselben umgekehrt wie ihre Entfernungen von der Sonne. Also je weiter von der Sonne entfernt, desto langsamer, wie wir schon aus der Betrachtung der Winkel, unter welchen Anziehungskraft und Schwungkraft zusammenwirken, erkannt haben. Jene Art des Erkennens ist eine mathematische (formelle), diese eine physikalische (reale); jene ist zwar die genauere, aber diese entspringt aus dem Wesen der Sache nach dem Urtheil des gesunden Menschenverstandes, wodurch Einsicht in das Wesen der Sache entsteht.

Das dritte der Kepler'schen Gesetze soll durch ein Beispiel erläutert werden.

Umlaufszeit des Mercur = 88 Tagen, der Erde = 365 Tagen; Verhältniß = 88 : 365.

Entfernung des Mercur von der Sonne = 8 Millionen Meilen, der Erde = 21 Millionen; Verhältniß = 8 : 21.

Nehmen wir nun die Quadratzahlen jenes Verhältnisses:

$88^2 : 365^2 = 7744 : 133225 = 1 : 18$ ungefähr; und die Cubikzahlen dieses Verhältnisses:

$8^3 : 21^3 = 512 : 9261 = 1 : 18$ ungefähr; so ist der Satz durch ein Beispiel erläutert.

Zweites Beispiel. Umlaufszeit der Erde = 1 Jahr;
= des Jupiter = 12 Jahren;
Entfernung der Erde v. d. Sonne = 20 Mill. Meilen;
= des Jupiter = = ?

$$1^2 : 12^2 = 20^3 : x^3$$
$$1 : 144 = 8000 : x^3$$
$$x^3 = 1152000$$

x = 104 Mill. Meilen, was in runden Zahlen richtig ist.

Dieses dritte Kepler'sche Gesetz dient dazu, die Entfernung eines Planeten von der Sonne zu berechnen, wenn seine Umlaufszeit und die Umlaufszeit eines andern nebst dessen Entfernung von der Sonne bekannt ist. Die Umlaufszeiten lernt man aus Beobachtungen am Fixsternhimmel kennen; wie findet man aber die Entfernung eines Planeten von der Sonne? —

Newton hat gezeigt, daß ein von einem Himmelskörper, z. B. der Sonne, angezogener Körper, wenn er sich mit jenem nicht vereinigt, in einem Kegelschnitte sich um ihn herum bewegen muß, also entweder in einem Kreise, oder in einer Ellipse, oder in einer Parabel, oder in einer Hyperbel. Die Sonne befindet sich in dem Brennpunkte der krummen Linie, beim Kreise im Mittelpunkte. Nicht theoretisch, sondern nur praktisch (d. h. erfahrungsmäßig) kann es herausgebracht werden, welche Linie der Körper (der Planet, der Komet ꝛc.) beschreibt. Er beharrt in der Linie, die er Anfangs eingeschlagen. Welche, dieß hängt von seiner anfänglichen Geschwindigkeit (woher er die bekommen, weiß man zwar nicht, sie muß aber angenommen werden; eine anfänglich momentan wirkende Kraft, ein Stoß reicht dazu hin) und seiner ursprünglichen Entfernung von der Sonne ab. Die Kegelschnitte der Planeten sind Ellipsen, auch die derjenigen Kometen, deren Bahn genau berechnet werden konnte. Von den übrigen Kometen ist es nur wahrscheinlich. — Ist der anfängliche Stoß zur Seite (verhältnißmäßig) stark, so kann es kommen, daß der Körper sich in einer krummen Linie bewegt, welche ihn ganz von der Sonne wegführt (Hyperbel oder Parabel); ist er schwächer, so bewegt sich der Körper in einer Ellipse oder einem Kreise; ist er noch schwächer, so kann die Curve zuletzt in der Sonne endigen, womit es um die Selbstständigkeit des Körpers geschehen wäre*).

*) Die beiden Kräfte, welche die Weltkörper in ihren Bahnen erhalten, Schwung- und Schwerkraft, sind zu vergleichen der Selbst-Erhaltungskraft und dem Triebe, in einem Höheren aufzugehen — dem Egoismus (ohne alle böse Nebenbedeutung) und der Liebe.

Jedes Wesen will sich in seiner Wesenheit erhalten, und jedes Wesen strebt nach der Alles tragenden oder anziehenden Mitte und Einheit. Beide Grundtriebe zugleich gehören zur Existenz eines Dinges und seines geregelten Laufes; jeder für sich allein würde das Wesen desselben, wie es jetzt in der Welt besteht, seine Selbstständigkeit und seine Einheit mit allem Uebrigen, vernichten. Beide Triebe oder Kräfte gehören zusammen.

Revolutions- und Rotationsbewegungen hängen zusammen.

Ein um die Sonne laufender Körper, welcher von ihr erleuchtet und erwärmt wird, erhält eine rotirende Bewegung, auch wenn er ursprünglich keine hatte. So lange die Erde nicht rotirte (dieß angenommen), so lange also Tag und Sommer, Nacht und Winter zusammenfielen: fing doch der Tag eines Ortes nach langer, halbjähriger Nacht zu einer bestimmten Zeit an. Diese Zeit war der Moment der größten Kälte dieses Ortes. Kälte zieht zusammen und vergrößert dadurch die Dichtigkeit und relative Schwere. Der Punkt, dem die Sonne aufgeht, ist folglich schwerer als der entgegengesetzte, wo die größte Wärme herrscht; jener muß also mehr nach der Sonne gravitiren, d. h. es muß eine solche Achsendrehung entstehen, wie sie besteht.

Sollte die Achsendrehung auf andre Art entstanden sein, so wissen wir doch, warum sie ununterbrochen und gleichmäßig*) fortbesteht. Dieses ist lediglich eine Folge des Beharrungsvermögens (beiläufig gesagt, auch die Ursache der großen Unglücksfälle auf Eisenbahnen).

9. Denken wir daran, daß jedes materielle Theilchen von jedem andern, folglich jeder Körper unsers Sonnensystems von jedem andern, nicht bloß von der Sonne, angezogen wird, und verbinden wir damit die Vorstellung, daß die Anziehung, die ein Körper von einem andern erfährt, von dessen Masse und seiner Entfernung abhängt: so werden wir begreifen, daß die Bestimmung der Gesammtanziehung, welche irgend ein Körper des Sonnensystems, z. B. die Erde, an einem bestimmten Tage erleidet, eine sehr zusammengesetzte Aufgabe sein muß. Der Mond steht bald zwischen Sonne und Erde, bald der Sonne gegenüber; die unteren Planeten befinden sich bald zwischen Sonne und Erde, bald auf der entgegengesetzten Seite der Sonne; die oberen Planeten sind bald mit der Erde auf derselben Seite der Sonne, bald auf der entgegengesetzten; folglich muß sich die Anziehung, welche die Erde von der Sonne erfährt, durch die Gesammtwirkung der Planeten mehr oder weniger ändern. Natürlich hat dieses auch auf die Bahn der Erde, die Geschwindigkeit ihres Umlaufs u. s. w. Einfluß. Wir bewundern hier nicht bloß

---

*) Laplace ist der Ansicht, daß die Erdkugel — wenigstens in den historischen Zeiten — auch immer dieselbe Größe gehabt habe. Denn wäre sie größer geworden, so würde sie sich langsamer um die Achse gedreht haben, folglich der Tag länger geworden sein, und umgekehrt. Von Beidem ist aber nicht die geringste Spur vorhanden. Eben daraus schließt er auch, daß die Wärme der Erde seit der letzten großen Fluth, welche den Erdball zur Wohnung für den Menschen vorbereitet hat (?), eine constante Größe geblieben sei, was durch die Forschungen Dove's u. A. bestätigt wird. Die Wärme, welche die Erde durch Ausstrahlung (Vulkane u. s. w.) verliert, wird durch die Sonne ersetzt. Der mittlere Wärmegrad der Erde ist constant, hat sich, so weit Beobachtungen reichen, um Nichts geändert. —

den Scharfsinn der Astronomen, die dieses Alles zu berechnen wissen, sondern auch und noch mehr, daß die Umlaufszeit der Erde um die Sonne sich genau gleich bleibt. Für den Bestand des Systems ist gesorgt.

10. Die Stärke der Anziehung, welche ein Körper ausübt, hängt, wie oben gesagt, außer der Entfernung, von seiner Masse ab, und die Masse von der Größe und der Dichtigkeit. Die Astronomen bestimmen die Größe der Körper unsers Sonnensystems, ihre Entfernungen und zugleich die Stärke der Anziehung. Denkt man dieses zusammen, so begreift man die Möglichkeit, daß sie auf die Dichtigkeit derselben einen sichern Schluß zu machen im Stande sind. Gesetzt z. B., wir vermöchten die Stärke zu bestimmen, mit welcher der Jupiter die Erde anzieht, und daß, wie es der Fall ist, seine Größe und seine Entfernung bekannt wären. Zieht er nun die Erde weniger stark an, als es nach Verhältniß seiner Größe und Entfernung erwartet werden muß, so kann dieses nur daher rühren, daß seine Masse lockerer ist als die der Erde. Kennt man nun diese, wie man sie kennt (im Durchschnitt etwa $5\frac{1}{2}$mal so dicht als reines Wasser*)), so läßt sich ein Schluß machen auf die Dichtigkeit des

---

*) Wie obiges Resultat gefunden worden, soll hier in einer Anmerkung angedeutet werden:

Hängt man ein Pendel in der Nähe eines großen Berges oder Gebirges (an den Pyrenäen, in den Schottischen Alpen, an der Gebirgsmasse Shehallien) auf, so wird es durch die Masse des Berges von der senkrechten, d. h. nach dem Schwerpunkte der Erde gehenden, Richtung abgelenkt. Um wie viel, kann durch Verlängerung des Pendels bis zum Himmel erkannt, also das Verhältniß der Stärke der Anziehung des Berges zu der des Erdkörpers gefunden werden. Dieses ist eine Folge: 1) von der Masse des Berges; 2) von der Masse der Erde; 3) von der Entfernung des Pendels von dem Mittelpunkte (Schwerpunkte) des Berges; 4) von der Entfernung von dem Schwerpunkte (Mittelpunkte) der Erde. Nr. 1., die Masse des Berges, bestimmt man durch seine Größe (sein Volum) und die Dichtigkeit (das specifische Gewicht) seiner Masse. Ferner kennt man Nr. 3. und 4. Folglich ist nur Nr. 2. unbekannt, und kann aus der Stärke der Ablenkung des Pendels und den übrigen bekannten Größen erschlossen werden.

Auf diesem sinnreichen Wege hat man obiges Resultat gefunden. Es stimmt mit dem, was man durch die Drehwage ermittelt hat, nahe überein.

Man befestigt an den Endpunkten eines sehr dünnen Stabes von Holz zwei Bleikugeln von gleicher Größe und Masse, hängt denselben in seinem Schwerpunkte zwischen zwei möglichst großen, gleichen Massen (z. B. Bleikugeln) auf, bringt ihn aus der Ruhe durch eine Seitenbewegung: so schwingt er (die Drehwage) zwischen den beiden großen Massen hin und her. Aus der Größe und der Zeit dieser Schwingungen, verglichen mit der Größe und der Zeitdauer der Schwingungen, welche die Erde an einem senkrecht aufgehängten Pendel hervorbringt, läßt sich das Verhältniß der Anziehungen, und folglich, da alle übrigen Größen bekannt sind, die Dichtigkeit des Erdkörpers erschließen.

Kennt man sie ($5\frac{1}{2}$mal so dicht als Wasser), so läßt sich, da die Größe der Erde bekannt ist, das Gewicht derselben bestimmen: 14 Quadrillionen Pfund.

Jupiter. So haben die Astronomen das Verhältniß der Dichtigkeit der Himmelskörper bestimmt, und daraus, in Verbindung mit ihren bekannten Größen und Anziehungskräften, erschlossen, daß

die Sonne	350000mal	so viel	Masse	hat als	die Erde,
der Mond	$\frac{1}{81}$	=	=	=	=
der Jupiter	330	=	=	=	=
der Saturn	100	=	=	=	=
der Uranus	20	=	=	=	=

und daß, die Dichtigkeit der Erde = 1 gesetzt,

die Sonne $\frac{1}{4}$ der Dichtigkeit der Erde,
der Mond $\frac{1}{10}$ (nach Hansen $\frac{8}{10} = \frac{4}{5}$) der Dichtigkeit der Erde,
Venus und Mercur ungefähr eben so dicht als die Erde (der Mercur etwas dichter), der Mars weniger dicht, die entferntesten großen aber weit lockerer sind als die Erde.

Aus der Angabe der Massen, mit den Größen der Himmelskörper verglichen, ergiebt sich dieses. Denn wäre z. B. die Sonne so dicht wie die Erde, so müßte sie, da sie 1400000mal den Raum der Erde einnimmt, auch 1400000mal so viel Masse haben; sie hat aber nur etwa den 4ten Theil dieser Masse, folglich nur $\frac{1}{4}$ der mittleren Dichtigkeit der Erde.

11. Wenden wir das oben vorgetragene Gesetz über die Abnahme der Anziehungskraft noch besonders auf den Mond an, so erhellet, daß der Mond, da er 60 Erdhalbmesser von dem Mittelpunkte der Erde entfernt ist, 60.60 oder 3600mal so schwach von der Erde angezogen werden muß, als ein Körper an der Oberfläche der Erde, der nur 1 Erdhalbmesser von dem Mittelpunkte der Erde entfernt ist. Die Fallgeschwindigkeit in der ersten Secunde ist ein Maaß für die Stärke der Anziehung. Da nun ein Körper an der Erdoberfläche in der ersten Secunde etwa 15 Pariser Fuß fällt, so so fällt der Mond in einer Secunde um $\frac{15}{3600} = \frac{1}{240}$ Fuß nach der Erde zu. Daß er nicht auf der Erde ankommt, rührt von der Schwung- oder Tangentialkraft her.

Nicht schwer ist es auch zu begreifen, daß man wird bestimmen können, wie schnell ein Körper auf der Oberfläche des Mondes, der Sonne oder eines Planeten in der ersten Secunde fallen wird. Man muß nur bedenken, daß die Schnelligkeit des Falles abhängt von der Masse und der Entfernung vom Centrum des anziehenden Körpers. So haben die Astronomen gefunden, daß, während ein Körper auf der Erdoberfläche in der ersten Secunde 15 Fuß fällt, ein solcher auf

dem Monde in der ersten Secunde etwa				3	Fuß,
der Sonne	=	=	=	= 430	=
dem Jupiter	=	=	=	= 38	=

fallen würde. Danach ist auch das Gewicht, oder besser der Druck, welchen die Körper dort auf eine Unterlage ausüben, zu berechnen. 3 Fuß ist $\frac{1}{5}$ von 15 Fuß; folglich wiegt ein Körper, der auf der Erde 1 Pfund wiegt, auf dem Monde $\frac{1}{5}$ (nach Hansen nahe $\frac{1}{6}$) Pfund, auf der Sonne etwa 29 Pfd., auf dem Jupiter $2\frac{1}{2}$ ($2\frac{8}{15}$) Pfd. Wenn sich daher auf dem Monde lebendige Wesen befinden, welche dieselben Kräfte haben, wie die auf der Erde, z. B. Pferde, so wird ihnen das Bergsteigen, Lastenbewegen ꝛc. viel leichter werden als denen auf der Erde *).

Bedenken wir endlich, daß ein Körper, in die Linie zwischen Mond und Erde gestellt, von beiden nach entgegengesetzten Richtungen angezogen wird, so begreifen wir auch, daß der Punkt sich wird bestimmen lassen, wo die Anziehung des Mondes und der Erde einander das Gleichgewicht halten. Die Astronomen wissen, daß dieser Punkt etwa 7 Erdhalbmesser vom Monde, folglich 60 — 7 = 53 Erdhalbmesser von der Erde entfernt ist. Würde also von der Erde ein Körper so in die Höhe geworfen, daß er über jenen Punkt hinausginge, so würde er auf den Mond fallen, und wenn man auf dem Monde im Stande wäre, einen Körper mehr als 7 Erdhalbmesser = 7 × 860 = 6020 Meilen in die Höhe zu schleudern, so würde er auf der Erde ankommen. Manche Physiker haben behauptet, daß die sogenannten Meteorsteine vom Monde herrührten, von Mondvulkanen in die Höhe geschleudert würden. Diese *Möglichkeit* ist da, wenn auf dem Monde Kräfte wirken, welche einen Körper 13mal so schnell in die Höhe schleudern, als eine Kanonenkugel auf Erden zu fliegen pflegt. *Wahrscheinlich* ist es aber keineswegs.

---

*) Fielen Erde und Uranus gegen die Sonne, so würde die Erde sich derselben in der ersten Secunde etwa um 3 Zoll, der Uranus um $\frac{1}{10}$ Pariser Linie nähern; jene in 24 Stunden über 5000 Meilen, der nächste Fixstern im Centaur $\frac{1}{20}$ Pariser Linie. — Fiele die Sonne gegen die Erde, so würde es in der ersten Secunde mit einer Bewegung von $\frac{1}{10000}$ Pariser Linie geschehen. (In wie viel Zeit würden in solcher Weise die angegebenen Körper ihren ganzen Weg zurücklegen? Entfernung des Fixsterns im Centaur = 4 Billionen Meilen.) —

Ziehen zwei, drei ꝛc. Körper einen dritten an, so kann man diese mehrfache Anziehung auf *eine* reduciren. Es ist eben so gut, als wenn die Körper in dem sogenannten *Mittelpunkte der Anziehung* oder ihrem Schwerpunkte vereinigt wären. Die mehrfachen Anziehungen bewirken daher nicht mehrfache Bewegung des angezogenen Körpers, sondern nur eine. Es ist damit wie mit der Bewegung einer von mehreren Kräften nach verschiedenen Richtungen gestoßenen Kugel; sie nimmt *eine* (mittlere) Richtung an.

12. Hierher gehört noch das Nothwendigste über die Ebbe und Fluth, welche durch die Anziehung des Mondes und der Sonne hervorgebracht wird. Zuerst von den Thatsachen, dann von den Ursachen; erst Kenntniß, dann Erkenntniß.

In den größeren Meeren und an den Seeküsten, wo die Erscheinung am merklichsten ist, erheben und senken sich täglich innerhalb 24 Stunden zweimal die Gewässer, und zwar in regelmäßiger Abfolge. Von dem tiefsten Stande des Wassers an erhebt es sich allmählig 6 Stunden lang, bedeckt Sandbänke und Klippen, überschwemmt die Küsten und bringt in die Mündungen der Flüsse, bis es seinen höchsten Stand erreicht hat. Diese 6 Stunden nennt man die Zeit der Fluth und den höchsten Stand das Hochmeer. Die Dauer desselben ist nicht lange, bald merkt man eine Abnahme der Höhe, an den Küsten ein allmähliges Zurücktreten des Wassers, bis es 6 Stunden nach dem höchsten Stande den tiefsten Stand erreicht. Diese Zeit wird die Zeit der Ebbe, die Abnahme selbst die Ebbe genannt. Einige Zeit nachher fängt das Steigen wieder an und wechselt regelmäßig mit der Ebbe*). Gewiß eine höchst merkwürdige Erscheinung. (Man hat dieselbe, als Schwankung, die etwa einen halben Tag dauert und regelmäßig sich wiederholt, mit dem Pulsschlag des Lebens verglichen und sie als ein Zeichen des Lebens der Erde angesehen.)

Darum und weil sie für die Thätigkeit in den Häfen, für das Ein- und Auslaufen der Schiffe — zu jenem benutzt man die Zeit der Fluth, zu diesem die Zeit der Ebbe — von hoher Wichtigkeit ist, hat man die Erscheinung genau beobachtet und Folgendes gefunden: nicht genau innerhalb 24 Stunden, sondern innerhalb 24 Stunden 50 Minuten wechseln Ebbe und Fluth zweimal mit einander. War heute präcis um 12 Uhr Mittags Hochmeer, so findet es morgen 50 Minuten nach Mittag statt, übermorgen wieder 50 Minuten später als am vorhergehenden Tage u. s. w., und am ersten Tage war 12 Uhr 25 Minuten nach Mitternacht die Morgenfluth, am zweiten 50 Minuten später, um 1 Uhr 15 Minuten, und so fort. Wer es weiß, daß der Mond täglich 50 ($49\frac{1}{2}$) Minuten später durch den Meridian eines Ortes geht, dem muß das Zusammenfallen dieser Erscheinungen als bemerkenswerth vorkommen. Kein Wunder, daß man die Zeit der Fluthen mit dem Lauf und den Stellungen des Mondes verglich. Dadurch kam man noch auf folgende Erfahrungen:

*) Wir bleiben auch hier bei allgemein-normalen Angaben stehen. Sonst wäre zu bemerken, daß das Steigen des Wassers meist nicht so lange dauert als das Fallen, jenes oft nur $3\frac{1}{2}$, dieses gegen 9 Stunden.

die stärksten Fluthen fallen mit den Zeiten des Neu- und Vollmonds zusammen, d. h. ereignen sich dann, wenn Mond und Sonne beisammen oder einander gegenüber stehen, oder 1 bis $1\frac{1}{2}$ Tage nachher; am schwächsten pflegt dagegen die Fluth zu sein, wenn der Mond 90° von der Sonne entfernt ist, d. h. zur Zeit des ersten und letzten Viertels. Zwischen diesen Zeitpunkten liegen die mittleren Fluthen. Von ganz besonderer Stärke pflegen sie zu sein, wenn die Erde in der Sonnennähe, der Mond in der Erdnähe steht und diese Zeitpunkte mit Neu- und Vollmond zusammentreffen.

Der Mond ist von stärkerem Einfluß als die Sonne. — Zugleich bemerkten die Schiffer und Seeküstenfahrer, daß die Fluthen in der Nähe des Aequators der Erde, zwischen den Wendecirkeln, am stärksten sind, in größeren Breiten nach Norden oder Süden schwächer werden; daß in hohen Breiten, in Binnenmeeren, z. B. in der Ostsee, im kaspischen Meere, Ebbe und Fluth nicht mehr merklich sind, endlich, daß Ortsverhältnisse sowohl auf die Höhe der Fluth als auf die Zeit derselben oft von bedeutendem Einfluß sind, so daß ein Ort von größerer Breite höhere Fluthen haben kann als ein andrer von geringerer Breite. Auch bleiben Winde und Stürme auf Ebbe und Fluth nicht ohne Einfluß.

Durch alle diese Thatsachen wurde man darauf geleitet, die Ebbe und Fluth von den Stellungen der Sonne und besonders des Mondes für abhängig zu erklären. Zuerst bemerkte man, daß im Allgemeinen das ungefähr innerhalb 24 Stunden zweimal eintretende Hochmeer mit dem höchsten und tiefsten Stande des Mondes, d. h. mit seiner oberen und unteren Culmination oder seinem Durchgang durch den Meridian eines Ortes, zusammenfiel, jedoch gewöhnlich erst einige Zeit nachher, 1, 2, 3 oder mehrere Stunden nachher eintrat, und daß Orte, die unter demselben Meridian liegen, ungefähr zu gleicher Zeit Ebbe und Fluth haben. Man versuchte daher die ganze Erscheinung von der Einwirkung des Mondes auf die Erde, von der Anziehung, die er auf dieselbe, besonders auf das leicht bewegliche Element des Wassers ausübt, abzuleiten, und die Physiker denken sich die Sache wie folgt.

In Fig. 37. stelle a d b c die Erde, M den Mond vor. Der Ort a hat ihn in seinem Zenith, der Ort b in seinem Nadir, jenem steht er am nächsten, diesem am entferntesten, der Mittelpunkt der Erde E und c und d haben ihn in mittlerer Entfernung. Die Stärke der Anziehung, die ein Körper auf andre ausübt, richtet sich nach der Entfernung von ihm. Der Punkt a wird also bei der angegebenen Stellung am stärksten, b am schwächsten, E, c, d mit mittlerer Stärke angezogen; a stärker als E, E stärker als b. Sind

Wassermassen in a und b, so wird sich das Wasser in a erheben, in b wird es hinter E zurückbleiben, d. h. sich auch erheben, folglich ist in a und b Fluth. Darum strömen die Wassermassen von c und d gegen a und b zu; in c und d wird folglich zu gleicher Zeit Ebbe sein. Nach 6 Stunden gilt das für c und d, was eben von a und b gesagt wurde, u. s. w. *). Daß die Fluth nicht genau mit den Zeiten der Culmination des Mondes zusammentrifft, wird davon herrühren, daß es einiger Zeit bedarf, ehe das Wasser dem Einfluß des Mondes nachkommt, gerade wie auch die größte Hitze des Sommers und die größte Kälte des Winters erst einige Zeit nach dem höchsten und tiefsten Stande der Sonne einzutreten pflegt, und die größte Hitze eines Tages nicht um 12 Uhr Mittags, sondern ein oder zwei Stunden später empfunden wird. Da des Mon-

---

*) Da der Mond nach 24 Stunden 49½ Minuten abermals culminirt, so denkt man sich, daß die Fluthwelle in dieser Zeit einen Umlauf um die Erde gemacht habe. Dieses ist jedoch nicht so zu verstehen, als ob dieselbe Wasserwelle (Wassermasse) mit dieser Geschwindigkeit um die Erde rotirt habe. Vielmehr entsteht dieselbe durch ein Herbeiströmen des Wassers von allen Seiten und dadurch eine Erhebung des Wassers, die der Bewegung des Mondes folgt, und die Geschwindigkeit derselben Wassermasse ist, mit jener angeblichen verglichen, unendlich klein. Richtiger als jene Vorstellung ist also die, daß sich der Erdball von West gen Ost unter der Fluthwelle, die etwa einen Raum von 100 Cubikmeilen erfüllen mag, fortbewegt. — Man kann sich eine Reihe von 100000 elastischen Kugeln von Osten nach Westen um die Erde herum gelegt denken. Werden diese in ihrer Verbundenheit um den Raum einer fortgeschoben, so ist das Resultat dasselbe, als wenn eine einzige mit der hunderttausendfachen Geschwindigkeit in derselben Zeit um die Erde liefe. Da die Erdkugel keine bloße Wasserkugel, sondern mehr als ¼ der Oberfläche aus Land besteht, so kann sich die ursprüngliche Fluthwelle wohl eigentlich nur in großen Oceanen bilden, am stärksten und ungestörtesten im großen oder stillen. Dieselbe rotirt von Osten gegen Westen, stößt an den Ostküsten Asiens und Neuhollands auf Hindernisse, sie drängt sich in die Oeffnung hinein, die Fluth wird also in beengten Räumen, Meerengen, stärker sein als auf der hohen See, wo sie, wie an den kleinen Inseln des genannten Meeres, von den Seefahrern kaum bemerkt und berücksichtigt wird. Bei ihrem Fortschritte geht sie um's Cap der guten Hoffnung herum, sie drängt sich wegen der Beschaffenheit des atlantischen Oceans vorzüglich gegen Norden, und erzeugt die Fluthen, die an den europäischen und nordamerikanischen Küsten wahrgenommen werden. Die Ostküsten werden im Allgemeinen höhere Fluthen haben als die Westküsten. Oertliche Beschaffenheiten üben darauf einen großen Einfluß. In Brest betragen die Springfluthen (zur Zeit des Neu- und Vollmondes) 19, die Quadraturfluthen (Nippfluthen), wenn der Mond 90° von der Sonne entfernt ist, 8 Fuß; in der Fundybay an der Nordostgränze der vereinigten Staaten, welche gegen Süden weit ist und gegen Norden einen engen Hintergrund hat, erreichen die Springfluthen eine Höhe von 50 bis 70 Fuß über den Ebben. Die Fluthen dringen auch in die Flüsse. Bei Hamburg (18 Meilen von Cuxhaven) ist sie noch sehr merklich, ja man spürt sie noch in Lauenburg. Im Maranhon bringt die Fluth 150 Meilen von der Mündung aufwärts. Die Zeit, welche von der Culmination des Mondes bis zum Eintritt der Fluth an einem bestimmten Orte verfließt, heißt die Hafenzeit dieses Ortes, welche der Schiffer kennen muß.

des Anziehung vorzüglich auf die Orte wirkt, denen er wirklich in's Zenith kommt oder doch demselben nahe, so erklärt sich dadurch, daß die Fluthen zwischen den Wendecirkeln die höchsten sind und allmählig gegen den Nord- und Südpol hin abnehmen.

Die Sonne ist — wie schon angedeutet — in dieser Beziehung von schwächerem Einfluß als der Mond. Die Erhebungen des Wassers, die sie bewirkt, werden nach 12 Uhr Mittags und Mitternachts in den tropischen Gegenden merkbar sein, und wenn der Einfluß des Mondes sich mit dem der Sonne vereinigt, d. h. zu den Zeiten des Neu- und Vollmonds, werden die Fluthen die größte Höhe erreichen; zu den Zeiten der Mondsviertel, der Quadraturen, wirken Mond und Sonne einander entgegen. Die Mondsfluth ist im Mittel $2\frac{1}{2}$mal so stark als die Sonnenfluth. Stehen Sonne und Mond mit der Erde in einer Richtung, so summiren sich beide; sind aber die Richtungen beider um einen rechten Winkel (im ersten und letzten Viertel des Mondes) aus einander, so subtrahiren sie sich. So ist also die ganze, merkwürdige Erscheinung ein Zeichen des Gehorsams alles Körperlichen auf der Erde, des Festen und des Flüssigen, des Pendels und des Wassers, wie der Himmelskörper in ihren Bahnen, gegen die eine, im Weltall herrschende Kraft, die allgemeine Anziehung.

Daß der Mond auf das Wasser an der Oberfläche der Erde stärker wirken soll als die Sonne, muß ohne weiteres Nachdenken den Wunder nehmen, welcher weiß, daß die Sonne doch im Allgemeinen die Erde viel stärker anzieht als der Mond. Der scheinbare Widerspruch schwindet, wenn man bedenkt, daß Ebbe und Fluth nicht herrühren von der absoluten Anziehung der Sonne und der des Mondes, sondern von der Ungleichheit der Anziehung, die sie auf verschiedene Theile der Erdoberfläche ausüben. Die Sonne ist von der Erde 21 Millionen Meilen weit entfernt; gegen diese Entfernung verschwindet fast die Länge des Erddurchmessers von 1720 Meilen; folglich zieht die Sonne das ihr zugekehrte Wasser wenig stärker an als das von ihr abgewandte. Der Mond aber ist nur 50000 Meilen entfernt, womit verglichen, der Durchmesser der Erde schon eine nicht unbeträchtliche Größe ist. Darum zieht der Mond den Theil des Meeres, der ihm gerade zugekehrt ist (a in Fig. 37.), bedeutend stärker an als den entgegengesetzten Theil (b in derselben Figur), und eben darum bewirkt nicht die Sonne, sondern vorzugsweise der Mond, Ebbe und Fluth.

Da die Luft viel leichter und flüssiger ist als das Wasser, so steht zu vermuthen, daß Mond und Sonne in ähnlicher, nur noch stärkerer Weise, auf das Luftmeer wirken. Auf dem Grunde desselben, den wir bewohnen, ist diese Wirkung unmittelbar so wenig zu

bemerken, als auf tiefen Meeresgründen das, was sich an der Meeresoberfläche zuträgt.

Zusatz. Die musterhafte Abhandlung Bessel's über Ebbe und Fluth (Dess. popul. Vorlesungen, Hamburg 1848, S. 158 ff.) veranlaßt mich zu einigen nachträglichen Bemerkungen, die ich, um das Allgemeine (Nothwendigste) nicht mit dem Specielleren zu vermischen, vorziehe, jenem hier folgen zu lassen.

Wenn (Fig. 37.) in a und b Fluth, in c und d Ebbe ist, so hätte das Wasser der Meere, wenn sie die ganze Erde bedeckten, die Figur, welche die punktirte Linie darstellt. In 24 Stunden 50 Minuten bewegen sich die Fluthwellen um den Erdball herum, von dem Aequator aus nord- und südwärts in absteigenden Höhenverhältnissen. Theilt man nach der Figur die Oberfläche der Erde in 4 Viertel, und nimmt man an, daß das Steigen des Meeres unter dem Aequator über den niedrigsten Punkt seiner Oberfläche 3 Fuß beträgt, so würde jedes Viertel der Oberfläche, welches Fluth hat, nahe an 100 Cubikmeilen mehr Wasser enthalten, als jedes Ebbe besitzende Viertel; und da nach 6¼ Stunden die Viertel sich entgegengesetzt verhalten, so müssen also in dieser Zeit gegen 200 Cubikmeilen Wasser von dem einen Viertel in das andre übergegangen sein.

Die Fluthwelle folgt der scheinbaren Bewegung von Mond und Sonne von Ost gegen West. Dieselbe bricht sich an der Ostküste Afrika's und Amerika's. Daher die bedeutende Strömung an dem südlichen Theile der Westküste Afrika's gegen Norden und die Entstehung des bekannten Golfstromes von den westindischen Inseln aus, in Verbindung mit dem Temperatur-Unterschiede des Meerwassers in den heißen, gemäßigten und Polar-Zonen.

Der letztere Umstand erzeugt eine zweite Bewegung des Meeres im Allgemeinen von den Polen nach dem Aequator zu, indem das kältere Wasser vermöge seiner Schwere in der Tiefe das wärmere verdrängt, was Thermometer-Beobachtungen in der Tiefe bestätigen. Diese Meeresbewegung ist analog der Bewegung der Luftströme, in den oberen Regionen von dem Aequator nach den Polen, in den unteren in umgekehrter Richtung.

Berechnet man, nach dem bekannten Satze, daß die Stärken der Anziehung, die ein Körper ausübt, im umgekehrten Verhältniß der Quadrate der Entfernung abnehmen, danach den Unterschied, mit welchem die Sonne den ihr nächsten Punkt der Erdoberfläche in Bezug auf die Stärke, mit der sie den Mittelpunkt anzieht, so findet man, daß derselbe kaum den zwanzigmillionsten Theil der Kraft beträgt, mit welcher die Erde Körper an ihrer Oberfläche an-

zieht. Vermöge der letzteren Kraft fällt ein Körper in der ersten Secunde 15 Fuß. Die die Fluth und Ebbe erzeugende Kraft der Sonne bringt also noch nicht einmal ein Fallen von einem Millionstel eines Fußes in einer Secunde hervor. Aber die großartige Wirkung wird dadurch hervorgebracht, daß jedes Theilchen des Meeres der Ursache unterworfen ist und wir die Gesammtwirkung auf alle Theile beobachten.

Die Kraft, welche die Sonne auf die Erzeugung der Ebbe und Fluth verwendet, verhält sich zu der Kraft, mit der sie die Erde in ihrer Bahn erhält, wie der Durchmesser der Erde zu der Entfernung der Erde von der Sonne. Jener ist ungefähr $\frac{1}{12000}$ von dieser; folglich verwendet die Sonne nur $\frac{1}{12000}$ ihrer Kraft auf die Erzeugung von Ebbe und Fluth. Da der Mond nur 30 Erddurchmesser von der Erde entfernt ist, so beträgt die Kraft, mit der er Ebbe und Fluth erzeugt, $\frac{1}{30}$ der ganzen Kraft, mit der er überhaupt auf die Erde wirkt.

Will man wissen, wie sich die Kräfte, mit welchen Sonne und Mond auf die Erde wirken, zu einander verhalten, so kommen die Massen und die Entfernungen der Sonne und des Mondes von der Erde in Betracht. Die Sonne hat 350000mal so viel Masse als die Erde, und diese gegen 80mal so viel als der Mond, jene also 350000 . 80mal so viel als der Mond. Dieser steht aber der Erde 400mal so nahe als jene, wirkt also deßwegen 400 . 400 = 160000mal stärker als die Sonne. Ueberhaupt also übt die Sonne einen $\frac{350000 . 80}{160000} = 160$mal in runder Zahl (die Zahl 80 war zu groß) so großen Einfluß auf die Erde als der Mond. Von der ganzen Kraft der Sonne wird nur $\frac{1}{12000}$, von der ganzen Kraft des Mondes nur $\frac{1}{30}$ auf Ebbe und Fluth verwandt; $\frac{160}{12000} = \frac{1}{75} = \frac{2}{150} = \frac{2}{5} . \frac{1}{30}$, d. h. die Ebbe und Fluth bewirkende Kraft der Sonne ist $\frac{2}{5}$ der Kraft, welche der Mond darauf ausübt, oder der an sich weit kraftlosere Mond wirkt $2\frac{1}{2}$mal so stark auf die Bewegung des Meereswassers als die kräftige Sonne. Die Mondfluth ist demnach $2\frac{1}{2}$mal so stark als die Sonnenfluth. Von den beiden, ganz von einander getrennten Fluthen folgt die stärkere dem Monde, die schwächere der Sonne.

Nimmt man die Sonnenfluth für irgend einen Ort zu 2 Fuß an, so ist die Mondfluth daselbst 5 Fuß. Zur Zeit des Neu- und Vollmonds ist die Fluth die Summe beider = 5 + 2 = 7, zur Zeit des ersten und letzten Viertels ihr Unterschied = 5 — 2 = 3; die höchste Fluth beträgt 7, die niedrigste 3 Fuß. Daher der große Unterschied in den Fluthen. Es versteht sich von selbst, daß die

Erscheinungszeit der aus beiden Einwirkungen entstehenden Ebbe und Fluth sich nach Sonne und Mond richtet, aber, da die Sonnen- und Mondfluthen in bei weitem den meisten Fällen nicht in dieselbe Zeit fallen, die Berechnungsweise der Zeit der Fluthen und Ebben zusammengesetzt sein muß. Für die Meeruferbewohner, die Hafenstädte und die Seefahrer hat die Sache eine große Wichtigkeit. Weiß man die Zeit des Eintritts der Springfluthen, so kann man sich auf den Schutz kostbarer Dämme vorbereiten, Schiffe über Untiefen lenken ꝛc.

Die interessante Frage, ob die durch Sonne und Mond erzeugten Fluthen, gegen den Erddurchmesser sehr klein, jemals die Höhe erreicht haben oder erreichen können, daß sie alles Festland überschwemmen und über die Berge hinweggehen, hat der große Astronom Laplace mathematisch untersucht und dahin beantwortet, daß an der Stetigkeit des Gleichgewichts des Meeres nicht zu zweifeln, und daß es eben so gewiß sei, daß die Fluth das hohe Festland weder jemals überschwemmt habe, noch überschwemmen werde. Die Ueberreste von Seethieren auf großen Höhen können also aus Ueberfluthungen nicht erklärt werden, und zu Befürchtungen ist kein Grund vorhanden *).

13. Das oben im Kapitel über die Achsendrehung der Erde (Nr. 4.) Gesagte läßt sich hier noch etwas genauer darstellen.

Aus den Gradmessungen in Peru, am Cap der guten Hoffnung, in Frankreich und Lappland haben die Physiker das Verhältniß des Durchmessers des Aequators zur Erdachse berechnet, es sei 287 : 286 (siehe oben!). Stimmen die Berechnungen der Gestalt der Erde aus den verschiedenen Längen des Secundenpendels damit überein? Das Secundenpendel ist in Lappland (Kola) 441, in Paris 440, in Peru 439 französische Linien lang. Da die Anziehungskraft der Erde die Ursache der Pendelschwingungen ist und im geraden Verhältniß der Pendellängen steht, so verhält sich dieselbe in Kola : der in Paris : der in Peru = 441 : 440 : 439. Die daraus folgende Verringerung der Schwere von den Polen nach dem Aequator zu ist größer, als sie, durch die Schwungkraft hervorgerufen, sein müßte, wenn die Erde eine vollkommne Kugel wäre. Folglich muß die Erde an dem Aequator erhaben, an den Polen abgeplattet sein.

---

*) Hier am Schlusse der Betrachtung der „Ebbe und Fluth" darf bemerkt werden, daß man verschiedentlich versucht hat, andere Theorien dieses Phänomens aufzustellen; bis jetzt aber ohne Glück. Andre haben noch andere Gedanken über die dabei wirksamen Kräfte. Der Astronom Parrey in Dijon z. B. hegt die Vermuthung, daß der Mond durch seinen Einfluß auf das als flüssig vorausgesetzte Erdinnere (auch) die Erdbeben, Ausbrüche der Vulkane ꝛc. erzeuge. —

Die auf diese Beobachtungen angestellten Berechnungen über den Fall der Körper in verschiedenen Breiten stimmen natürlich damit überein.

a) Unter dem Aequator fällt ein Körper in 1 Secunde durch 2167 französische Linien;

b) in Paris fällt ein Körper in 1 Secunde durch 2174 französische Linien.

a) Die Centrifugal- oder Schwungkraft beträgt unter dem Aequator in 1 Secunde 7 französische Linien;

b) in Paris in 1 Secunde 3 französische Linien, wenn man sie unter der Voraussetzung, daß die Erde eine vollkommne Kugel sei, berechnet.

Da am Pole keine Schwungkraft stattfindet, so fällt ein Körper am Pole in 1 Secunde nach den Angaben:

unter a durch $2167 + 7 = 2174$ französische Linien;
unter b durch $2167 + 3 = 2170$ „ „

Diese Resultate stimmen also nicht mit einander überein; vielmehr ist die Schwere in Paris größer, als sie sein müßte, wenn die Erde eine vollkommne Kugel des Aequatordurchmessers wäre. Die Schwere ist dazu zu groß, die Schwungkraft zu klein. Folglich muß Paris dem Mittelpunkte der Erde näher liegen, d. h. die Erde abgeplattet sein.

Ohne Achsendrehung würde ein Körper am Aequator in 1 Secunde durch 2174 französische Linien fallen; die Schwungkraft bewegt ihn in 1 Secunde durch 7 Linien. Das Verhältniß der Anziehungskraft zur Schwungkraft ist folglich am Aequator $= 2174 : 7 = 310 : 1$. Dieses Verhältniß stimmt mit einem der oben angegebenen, $305 : 1$, nahe genug überein.

Ist die Erde ursprünglich wirklich ein flüssiger Körper gewesen, dessen Massen sich in's Gleichgewicht setzten, so muß ein Halbmesser des Aequators 305, die halbe Achse 304 Massentheile erhalten haben. —

Es läßt sich berechnen, wie schnell die Erde sich drehen müßte, wenn die Schwungkraft der Schwerkraft auf dem Aequator gleich werden sollte, so daß die Körper gar nicht mehr gravitirten. Man findet als Resultat, daß dieses der Fall wäre, wenn sie sich 17mal so schnell drehte als jetzt, also der Sterntag $\frac{24}{17}$ Stunden Sternzeit betrüge.

Nicht zu bezweifeln ist daher, daß die Erde, wie jeder andre Himmelskörper, eine solche Achsendrehungsgeschwindigkeit annehmen könnte, daß die Schwungkraft die Anziehungskraft ganz aufhöbe oder selbst überwöge, in welchem letzteren Falle die Körper der Oberfläche in's Weite davonfliegen würden.

Man hat berechnet (und diese Rechnung ist nicht schwer) *), daß eine mit einer Geschwindigkeit von 24800 Fuß in der ersten Secunde horizontal abgeschossene Kugel nicht auf die Erde fallen, sondern (gleich dem Monde) um die Erde fortrotiren würde. Zwar nähert sie sich vermöge der Erdanziehung in jener Secunde um 15 Fuß; aber die Erde selbst hat auf einer Strecke von 24800 Fuß eine Krümmung von 15 Fuß, die Kugel würde sich also der Oberfläche nicht genähert haben. Die Kugel bildete einen neuen Trabanten der Erde, der, wie eine leichte Rechnung zeigt, in einer Zeit von $1\frac{1}{4}$ Stunden die Erde umkreis'te. (Abgesehen davon, daß keine Kraft bekannt ist, welche einer Kugel eine solche Geschwindigkeit zu verleihen vermöchte — die stärkste Kanone erzeugt höchstens eine Geschwindigkeit von 7000 Fuß — so macht der Widerstand der Luft ein solches Experiment unmöglich.) — Die Luft wird durch zwei Umstände an der Erde festgehalten: durch die Schwere und durch die von den Jahreszeiten unabhängige Kälte der oberen Regionen, welche sie verdichtet und ihre obere Gränze verengert. Erreichten Theile von ihr eine Entfernung von mehr als 5 Erdhalbmessern, so würden sie durch die Centrifugalkraft in den Weltraum geschleudert werden.

Nach Hansen hat ein Körper, dessen Schwere unter dem Aequator 1 ist, an den Polen eine Schwere von $1\frac{1}{200}$; 200 ℔ dort wiegen hier 201 ℔ **) (nach Dove 190 ℔ dort, 191 ℔ hier).

---

*) Die Frage ist nämlich einfach die: Zieht man eine Tangente an die Erde — in welcher Entfernung vom Berührungspunkte ist sie 15 Fuß von der Oberfläche entfernt? Einfach zu lösen durch die Folgerung aus dem Pythagoräischen Lehrsatze: jede Kathete ist die Quadratwurzel aus der Differenz des Hypotenusen- und des Katheten-Quadrats.

**) Nach Bessel's Untersuchungen und Berechnungen:
Länge des Secundenpendels in Königsberg 440,8 Linien,
= = = = Berlin 440,7 =
= = = am Aequator 440,2 =
= = = = Pole 441,4 =
Fall der Körper im luftleeren Raume in der ersten Secunde am Aequator 15,054 Par. Fuß,
an den Polen 15,132 = =
und die Schwerkraft ist an den Polen $\frac{1}{193}$ größer als am Aequator, in Folge der Abplattung und des Schwunges.

Die Abplattung hat man aus Gradmessungen bestimmt. Dieselbe kann sogar auch aus den Beobachtungen des Mondlaufs berechnet werden. Die Anziehung eines abgeplatteten Körpers (Sphäroids) ist nicht nach allen Seiten gleich. Er wirkt in der Richtung des Aequators stärker als in der der Pole, weil dort mehr Masse ist. Da nun die Bahn des Mondes dem Aequator bald etwas näher, bald etwas weiter davon entfernt ist, so muß er bald etwas stärker, bald etwas schwächer angezogen werden. Dieses hat Einfluß auf seine Bewegung. Darum lassen genaue Beobachtungen des Mondlaufs auf die Abplattung schließen. Das Resultat stimmt mit dem auf den andern Wegen gewonnenen überein.

Im luftleeren Raum würde ein Körper am Aequator $15\frac{14}{1000}$, an den Polen $15\frac{132}{1000}$ Pariser Fuß fallen.

Wer eine gründlichere Einsicht in diesen interessanten Gegenstand gewinnen will, findet sie unter andern in:

1) Bode's Anleitung zur allgemeinen Kenntniß der Erdkugel, Berlin 1803, 2te Aufl., §. 139 ff.; 2) Kämptz's Lehrbuch der Experimentalphysik, Halle 1839, Nr. 175.

Anmerkung. Da die Anziehung eine Grundeigenschaft aller Materie ist, so sind die Bewegungen der Körper des Sonnensystems ein Resultat der Gesammtwirkung aller. Die Sonne überwiegt an Einfluß alle übrigen weit, aber der Einfluß dieser ist nicht Null. Die Bewegungen der Weltkörper unseres Sonnensystems geschehen im strengen Sinne des Wortes nicht um den Mittelpunkt der Sonne, sondern um den Schwerpunkt des ganzen Systems, um welchen herum alle zu dem System gehörigen Massen, nach ihrer jedesmaligen Stellung, im Gleichgewicht sind. Dieser Schwerpunkt fällt wegen der überwiegenden Masse der Sonne noch in's Innere derselben. Die Sonne selbst bewegt sich um diesen Schwerpunkt. Da nun alle auf alle wirken, so begreift sich, daß die Berechnung der wahren Bahn eines Weltkörpers keine Kleinigkeit ist, und sich nicht vollziehen läßt wie ein Regel-de-Tri-Exempel, und daß die Bahn keines Körpers eine ganz regelmäßige Kurve sein kann. Als eine solche wird sie aber zunächst angesehen, und die Abweichungen davon werden von den Astronomen zu den Störungen gerechnet. In diesem Sinne muß man das Wort nehmen. Die Einfachheit der Rechnungen wird gestört; aber sonst nichts, nicht die Allgemeinheit und Einfachheit des Attractionsgesetzes, welches vielmehr dadurch auf das Schönste bestätigt wird. Die sogenannten Störungen sind also nichts weniger als Verwirrungen, oder gar ein Nothbehelf für ungenügende Theorien oder eine Hinterthür für Nichtzutreffen vorausgesagter Bestimmungen. In der Natur ist Alles Ordnung, Gesetz und Regel, kein Körper stört den andern. Die Abweichungen von einer regelmäßigen Bahn gehören eben so gut zur Ordnung wie alles Uebrige, sie sind wesentliche Momente der allgemeinen Ordnung. Durch sie hat man die Masse und Dichtigkeit der Monde, die Schwere an der Oberfläche dieser Körper und andere wichtige Dinge erschlossen. Um die Sache durch ein Beispiel zu verdeutlichen, denke man sich Sonne, Erde, Mond in gerader Linie, so wird die Sonne die Erde stärker anziehen als den Mond. Dadurch wird die Anziehung, welche die Erde auf den Mond ausübt, vermindert. Steht der Mond im ersten oder letzten Viertel, so wird die Sonne beide gleich stark anziehen, und zwar in convergirenden Richtungen. Hier verstärkt also die Anziehung der Sonne die der Erde gegen den Mond. Daraus wird klar, daß unter diesen Umständen die Bahn des Mondes nicht dieselbe bleiben kann, die sie ohne diese „Störung" haben würde, und daß zugleich dadurch seine Bahngeschwindigkeit bald vermindert, bald vermehrt werden muß.

Um das, was man „Störung" nennt, noch etwas anschaulich zu machen, denke man sich die Bahnen von Venus und Erde um die Sonne. Stehen beide auf derselben Seite der Sonne (in Conjunction), so wirkt die Erde am stärksten auf Venus, und da sie beide nach derselben Richtung um die Sonne laufen, die Venus aber voran eilt, so wird sie von der Erde etwas zurückgehalten, ihre Bahngeschwindigkeit verzögert. Nähert sie sich auf der andern Seite wieder der Erde, so wird ihr Lauf durch die Anziehung der Erde beschleunigt. Auch ändert sich durch das Eine wie durch das Andere etwas ihre Bahn. Aehnlich wirken die andern Planeten, besonders der große Jupiter, auf die Venus. Im Ganzen ist die Gesammteinwirkung derselben im Verhältniß zur Anziehung durch die Sonne gering, aber sie ist doch da — die „Störung."

Die Gesammtstörungen der Planeten unter einander bewirken folgende Aenderungen in Betreff der Entfernungen von der Sonne (in runden Zahlen):

Merkur	200	Meilen.
Venus	1000	=
Erde	1300	=
Mars	8000	=
Jupiter	170000	=
Saturn	800000	=
Uranus	300000	=

Die Störungen sind also sehr klein. Was will 1300 gegen 21000000 (1:16000) bedeuten? Die Sonne ist übermächtig. Aber die Planeten wirken mit.

Man sei übrigens beim Gedanken an jene Störungen außer Furcht für die (ferne) Zukunft. Die Wirkungen der Störungen halten sich innerhalb gewisser Gränzen und gleichen sich in Jahrhunderten aus. Die Planeten bleiben in derselben Entfernung von der Sonne. Die Existenz des Planetensystems ist auf ewige Dauer berechnet. Der Gedanke (?) eines Weltuntergangs ist ein Phantom. Leugnen läßt sich zwar nicht die Möglichkeit, daß der jetzige Bestand der Erde, wie schon einmal der Fall eingetreten (man denke an die über die ganze Erdoberfläche verbreitet gewesene gleiche Temperatur — ohne Zonenunterschied — und an die Revolutionen, durch welche sie hindurchgegangen oder die über sie gekommen zu sein scheinen — nach dem Zeugniß der Geologie! —), im Ablauf der Jahrtausende oder Jahrmillionen einmal ein Ende erreicht (denn die Erde kommt ja mit der Sonne in andere Regionen des Weltalls!); aber ein erkennbarer innerer Keim der Zerstörung ist nicht vorhanden. Die Wirkungen der Störungen gleichen den Meereswogen, welche sich erheben und — verschwinden, ohne eine Spur ihres Daseins zurückzulassen.

Noch ein Beispiel. Die Bahn des Mondes hat eine Neigung gegen die Erdbahn, die sie in zwei Punkten, den sogenannten Knoten, durchschneidet. Wenn nun der Mond sich einem dieser Knoten nähert, so wird die Sonne, welche in der Erdbahn (Ekliptik) steht, durch ihre Anziehung den Mond diesem Knoten nähern, d. h. der Mond wird den Punkt

früher erreichen, als es sonst der Fall gewesen wäre, d. h. in einem mehr rückwärts gelegenen Punkte. Zurückweichen der Durchschnittspunkte der Mond- und Erdbahn, der sogenannten Knoten der Mondbahn — ähnlich dem Zurückweichen der Durchschnittspunkte des Aequators und der Ekliptik, der Aequinoctialpunkte. Siehe später!

Daß die Planeten nicht immer in derselben Stärke auf einander wirken, daß also die sogenannten Störungen sich stets verändern, geht aus ihrer veränderten Stellung zu einander hervor. Man braucht in dieser Beziehung nur daran zu denken, daß jeder Planet in seiner Bahn einen Punkt erreicht, in welchem er der Erde am nächsten (Perigäum), einen andern, in welchem er der Erde am entferntesten ist (Apogäum). Die inneren Planeten sind im Perigäum um den Durchmesser ihrer Bahn der Erde näher als im Apogäum; bei den äußeren Planeten macht die Länge des Durchmessers der Erdbahn den Unterschied. Die runden Zahlen der kleinsten und größten Entfernungen der Planeten von der Erde sind folgende:

	Perigäum.		Apogäum.	
Mercur	10	Mill. Meilen.	30	Mill. Meilen.
Venus	5	=	35	=
Mars	7	=	54	=
Vesta	23	=	72	=
Juno	19	=	88	=
Ceres	31	=	81	=
Pallas	21	=	90	=
Jupiter	79	=	130	=
Saturn	161	=	223	=
Uranus	348	=	424	=

(Natürlich werden die Planeten in so verschiedenen Entfernungen auch auch in sehr verschiedenen Größen gesehen.)

Aufgabe 1. Zu berechnen die Geschwindigkeit der Planeten auf ihren Bahnen um die Sonne in 1 Secunde, mit Zugrundlegung der oben im Kapitel über das Sonnensystem Nr. 3. angegebenen Entfernungen von der Sonne und ihrer Umlaufszeiten.

Aufgabe 2. Zu berechnen die Zahl der Grade, welche die Planeten auf ihren Bahnen durchschreiten, während der Mercur (in 88 Tagen) einen ganzen Umlauf um die Sonne macht. (In runden Zahlen! — Die der vorigen Aufgabe zu Grunde liegenden Umlaufszeiten sollen beibehalten werden.)

Dieses ist durch eine Zeichnung zu veranschaulichen. Siehe Fig. 38! Während der Mercur einen ganzen Umlauf macht, gehen die übrigen Planeten nur durch Theile ihrer Bahn, die entfernteren durch immer kleinere, folglich langsamer.

Zusatz. Da man gern über die Ursachen der Erscheinungen, Wirkungen ꝛc. nachdenkt, so kehrt die Frage nach der Ursache der Rotation und Revolution der Erde immer wieder. Die Erde hat eine

doppelte Bewegung, eine drehende und eine fortschreitende (eine rotirende und eine revolutionirende). Die letztere ist viel schneller als die erstere. Denn während die Erde in einer Secunde 4 Meilen auf ihrer Bahn fortschreitet, dreht sich ein Punkt auf dem Aequator etwa durch $\frac{1}{16}$ Meile. Wie beide entstanden sind, darüber giebt es viele (hypothetische) Meinungen, auf deren Beurtheilung wir uns hier zwar nicht einlassen können; aber es kann nicht schaden, wenn wir — auf den Gegenstand zurückkommend — hier die mechanischen Ursachen andeuten, welche die Bewegung oder Drehung einer Kugel bewirken.

1) Erhält eine auf einer ganz glatten Ebene oder im freien Raume schwebende Kugel einen Stoß in der Richtung eines Halbmessers (einen centralen Stoß), so bewegt sich die Kugel in der Richtung des Stoßes fort, ohne Drehung.

2) Wird eine Kugel (unter den vorigen Bedingungen) von zwei gleichen Kräften gestoßen, welche in gerade entgegengesetzten Richtungen gleich weit vom Mittelpunkte (die eine über, die andre unter demselben) auf die Kugel wirken, so dreht sich die Kugel an ihrer Stelle ohne Fortscheitung um sich selbst, und zwar um so schneller, je stärker die Kräfte sind und je weiter sie vom Mittelpunkt entfernt wirken.

3) Wenn eine Kraft (ein Stoß) auf eine Kugel wirkt, nicht central, sondern fast tangential, so entsteht eine doppelte Bewegung: fortschreitend und drehend; beide können einander gleich sein, d. h. während eine Drehung erfolgt, schreitet die Kugel so weit fort, als der Umfang der Kugel beträgt. Die Bewegung ist gleich der eines auf einer Ebene rollenden Rades, welches durch einen auf seine Peripherie wirkenden Stoß, Zug oder Druck fortgeschoben wird. Man braucht sich nämlich nur die Extreme der Erregung der Kugel zu denken, d. h. die centrale und tangentiale. Jene bewirkt nur Fortschreiten, diese nur Drehen. Eine mittlere Erregung bewirkt Fortschreiten und Drehen. Da muß es einen Punkt geben, wo beide gleich sind. Darum:

4) Erleidet die Kugel endlich einen Stoß, weder central noch tangential, auf einen Punkt zwischen den Endpunkten des Halbmessers, so entsteht eine fortschreitende und eine drehende Bewegung, und zwar überwiegt jene diese um so mehr, je mehr der Stoß sich dem centralen nähert; sie wird aber dieser um so mehr gleich, je mehr sich der Stoß dem tangentialen nähert.

Dieser 4te Satz findet seine Anwendung auf die Erde. Denn sie hat diese doppelte Bewegung. Aus der Wirkung oder den Wirkungen schließt man rückwärts auf die Ursache. Also ist anzunehmen, daß die Erdkugel einen Stoß oder eine Erregung, deren Wirkung dem Stoße gleich gewesen, erfahren hat, und zwar einen nicht centralen, aber doch nicht allzuweit von dem centralen entfernten Stoß, da die fortschreitende Bewegung die drehende an Stärke um mehr als das 60fache überwiegt.

VI. Physische Beschaffenheit des Mondes, der Sonne, der Planeten und Kometen.

Es ist ganz natürlich, daß der bis zum Ende des vorigen Kapitels, mit welchem die Grundlage einer richtigen mathematischen Auffassung des Sonnensystems geliefert ist, vorgedrungene Leser über die Naturbeschaffenheit der wichtigsten Himmelskörper das Wesentlichste von dem, was darüber ermittelt ist, vernehmen möchte. Wir gehen deßhalb dazu über.

Als Einleitung dazu bemerken wir, was sich bis jetzt von der Beschaffenheit der Himmelskörper, die zu unserm Sonnensystem gehören, wissen läßt, was nicht. Ob die Oberflächen der Sonne, der Planeten und Monde mit Pflanzen bedeckt, von Thieren und vernünftigen Wesen bewohnt sind, wissen wir nicht, werden es auch nach aller Wahrscheinlichkeit niemals mit Sicherheit, weder auf dem Wege unmittelbarer Anschauung, noch durch Schlüsse, erfahren oder herausbringen. Wir sind von ihnen zu weit entfernt und unsre Instrumente leisten so Außerordentliches nicht. Selbst die Vorstellung oder der Glaube an die höchste Zweckmäßigkeit der Welteinrichtung leistet nicht, was wir suchen, weil wir den Zweck der Welt nicht kennen. Man hat z. B. gemeint, die Monde hätten wesentlich den Zweck, ihren Hauptplaneten zu beleuchten. Aber die Monde mit dem Ring des Saturn leisten das nur sehr unvollkommen; sie wären dann, müssen wir sagen, sehr unzweckmäßig gestellt. Aus der Stellung, die sie haben, müssen wir schließen, daß dieses ihr Hauptzweck nicht ist. Beleuchten ja auch die Hauptplaneten ihre Trabanten, die Erde ihren Mond! Wer wird behaupten, dieses sei der Hauptzweck der Erde? Aber es ist möglich, daß Alle bewohnt sind, nichts spricht dagegen. Nur müssen wir die Vorstellung, daß es Menschen seien wie wir, fahren lassen. Dagegen sprechen alle Verhältnisse auf ihnen. In der Natur nehmen wir zwar Einheit und Gesetzmäßigkeit, aber keine Einförmigkeit wahr. Wir irren schon, wenn wir unsre europäischen Verhältnisse auf die andern Erdtheile übertragen; wie viel mehr, wenn wir mit irdischen Maaßstäben kosmische Verhältnisse nicht bloß messen, sondern sie danach bestimmen wollten! Würden doch wir selbst, wenn man uns so, wie wir sind, auf die Sonne oder auf einen der andern Planeten versetzte, dort ganz andre sein, ganz andre Dinge vermögen oder nicht vermögen,

als hier! Man denke nur an das Maaß unsrer körperlichen Kraft im Verhältniß zu der Schwerkraft an den Oberflächen der verschiedenen Weltkörper! Aenderte sich jene nicht, so würden wir durch diese auf der Sonne uns ganz niedergedrückt, auf den kleinsten Planeten dagegen uns leicht wie Schmetterlinge fühlen! Lassen wir daher den Gedanken an Zweckbestimmung des Weltalls und seiner Theile ganz fahren! Sagen wir dagegen, was wir wissen können:

1) die Ordnung und Folge der Himmelserscheinungen und wie sie sich den etwaigen Bewohnern der Oberflächen darstellen;
2) die Ordnung der Jahres- und Tageszeiten für die verschiedenen Punkte der Oberflächen;
3) die Mittel, welche ihnen das Universum zur Zeiteintheilung, zur Anfertigung des Kalenders, darbietet;
4) die Schwere an der Oberfläche und die wahrscheinliche Dichtigkeit im Innern;
5) die Stärke der Erleuchtung und — so weit sie von der Sonne abhängt (!) — die Erwärmung an der Oberfläche;
6) Einiges über die Beschaffenheit der Oberfläche nach Höhe und Tiefe und Vermuthungen über die Atmosphären.

In dem Nachfolgenden geben wir davon dasjenige, was uns für unsern populären Zweck als das Wichtigste erscheint.

1. Von der Sonne ☉.

1. Mit Recht beginnen wir mit dem Körper, welchen Kepler das allbelebende, pulsirende Herz unsrer Erde nennt, und der als der Herrscher im Sonnensystem angesehen werden muß, mit der Sonne. Eines Gefühls der Erhabenheit und Ehrfurcht können wir uns nicht entschlagen, wenn wir an sie denken; daran denken, was wir ihr verdanken, was wir wären ohne sie. Kein Wunder, daß daher die alten Völker bei der frommen Betrachtung der Natur instinctiv vorzugsweise dem Dienste der Sonne sich widmeten und unter mancherlei Symbolen ihr ihre Verehrung und Dankbarkeit auszudrücken suchten*). An ihren Gang, ihre Thätigkeit, ihren Einfluß sind alle Segnungen, die die Erde spendet, gebunden. Steigt sie bei uns höher herauf, so erwachen die Kräfte der Erde, und wenn

*) „In der Tiefe und Lebendigkeit dumpfer Gefühle, als Product instinctiver Empfänglichkeit, liegt der erste Antrieb zum Cultus, die Heiligung der erhaltenden wie der zerstörenden Naturkräfte.“ Al. v. Humboldt's Kosmos I. S. 16.

sie sinkt, so nehmen diese ab. Mit dem kürzesten Tage wird für uns ein neues physisches Jahr geboren, und in der Zunahme der Länge der Tage erblicken wir die Gewißheit, daß der beglückende Frühling sich nähert.

Mit Recht nimmt sie daher in der Mitte des Systems von Körpern, die zu ihr gehören, die erste Stelle ein. Die Planeten und Kometen umkreisen sie. Wer so segnet, wie sie, hat gerechte Ansprüche auf Verehrung und Dankbarkeit. Aber welche Eigenschaft verleiht ihr die Macht, die sie über die andern ausübt? Nur sich selbst, ihrer Masse, die nach Hansen*) 355000 (354936) mal so groß ist als die Masse der Erde, und mehr als 700mal so groß als die Masse aller Körper, die zu ihr gehören, zusammengenommen. Diese ungeheure Masse verleiht ihr die Macht, die sie ausübt; mit ihr fesselt sie alle andern Körper an die Orte, die sie einnehmen, und sollte sie sich von der Stelle bewegen, die andern müßten ihr folgen. Die Sonne sichert Bestand, Ordnung und Regel in dem System, das sie beherrscht.

2. Die Größe und Dichtigkeit der Masse der Sonne kennen wir schon; wir erinnern nur daran und fügen Einiges bei. Alles in runden Zahlen.

Man unterscheidet scheinbare und wirkliche Größe. Der Winkel, unter dem sie erscheint, schwankt, da wir nicht immer gleich weit von ihr entfernt sind, zwischen 31 und 33 Minuten, ist also in runder Zahl $\frac{1}{2}$ Grad groß**). Die wirkliche Größe ihres Durchmessers beträgt 188000 Meilen, ihre Oberfläche 111 Millionen Quadratmeilen, und ihr Raum 3500 Billionen Cubikmeilen. Von diesen Größen haben wir keine Vorstellung, wir vergleichen sie daher mit andern. Wenn der Durchmesser des größten der Planetoiden 60 Meilen beträgt, so ist der Sonnendurchmesser 3100mal so groß. 30000 Millionen Kugeln jenes würden einen Körper bilden, an

---

*) Astronomisches Jahrbuch von Schumacher, 1837.

**) Obige Bestimmung der scheinbaren Größe der Sonne ist die richtige, die für alle Menschenaugen, so verschieden deren Sehkraft auch sonst sein mag, gleiche; sie beruht auf Messung. Man hat an ihr die Beurtheilung der Größe oder Länge eines Grades am Himmel: das Doppelte des Sonnendurchmessers.

Im Uebrigen sind die Urtheile der Menschen sehr verschieden. Claudius (Asmus) läßt einen Bauer sagen, die Sonne sei so groß wie ein Gänseei, einen zweiten, sie sei so groß wie ein Fuder Heu. So erscheint dem Einen der Durchmesser der Sonne so groß wie 1 Fuß, einem Andern wie $\frac{1}{2}$ oder 2, 3 Fuß; darüber giebt es keinen vernünftigen Streit. Das Maaß der Entfernung fehlt. Wenn man aber die Entfernung eines Gegenstandes anders beurtheilt, so urtheilt man auch anders über die Größe desselben.

Daß Sonne und Mond beim Auf- und Untergang größer erscheinen als in der Höhe, besonders bei dunstreicher Atmosphäre, ist eine optische Täuschung. Die Messungen mit Instrumenten wissen davon nichts.

Größe der Sonne gleich. Der Sonnendurchmesser ist 113mal so groß als der Erddurchmesser, und 1400000 Erdkugeln würden die Sonnenkugel füllen. Alle Planeten zusammen würden ungefähr den 700sten Theil der Sonnenkugel einnehmen. Zu einer Reise um ihren Aequator gebrauchte man auf einem Erddampfschiff oder auf einem Dampfwagen die oben bemerkten Zeiten. Ein Reisender, der täglich 10 Meilen machte, würde in 59160 Tagen diesen Weg zurücklegen, etwa in 160 Jahren. Zu einer solchen Reise um den Erdäquator bedürfte es nur 540 Tage. An der Sonne ist Alles riesenmäßig, kolossal, ungeheuer*). Ihre Masse entspricht nicht ihrer Größe, wie wir schon wissen, sie hat nur $\frac{1}{4}$ der Dichtigkeit der Erde; sie ist also nach Verhältniß ein lockerer Körper, hat im Durchschnitt die Dichtigkeit des Bernsteins. 355000 Erdkugeln in der einen Schale einer Wage würden der Sonne in der andern das Gleichgewicht halten.

An der Oberfläche der Sonne fällt ein Körper in der ersten Secunde 430 Fuß, also in der zweiten 3mal, in der dritten 5mal 430 Fuß u. s. w. Die Fallgeschwindigkeit ist also von Anfang an $\frac{430}{15} = 29$mal so groß als auf der Erde, also im Anfange unge-

*) Alles kolossal. Zahlen geben von den Größen keine Vorstellung. Nach einer der obigen Angaben nimmt die Sonne einen Raum von 3500 Billionen Cubikmeilen ein. Eine Billion ist in Ziffern 1000000000000. Wer hat von dieser Menge eine Vorstellung? Ja, wer hat eine deutliche Vorstellung von einer Cubikmeile? Eine solche ist 24000 Fuß lang, breit und hoch; sie hat demnach 24000.24000 = 576000000 Quadratfuß Grundfläche. Eben so viele Steine würden dazu gehören, von welchen jeder einen Cubikfuß Raum einnähme, um die Grundfläche zu bedecken. Eine Maschine, welche in jeder Secunde einen solcher Steine hineinlegte, in einer Minute also 60, in der Stunde 60 $\times$ 60 = 3600, in einem Tage 24 $\times$ 3600 = 86400, in einem Jahre 365 $\times$ 86400 = 31.536000; in 18 Jahren also, wenn die Maschine Tag und Nacht in der angegebenen Weise fortarbeitete, noch nicht die 576 Millionen. Die ganze Cubikmeile enthält aber die 576 Millionen 24000mal; folglich müßte die Maschine 438356 Jahre 1 Stunde 26 Minuten und 24 Secunden fortarbeiten, um die ganze Cubikmeile mit Steinen von der Größe eines Cubikfußes zu füllen, einen Raum, deren die Sonne 3500 Billionen füllt. Das weiß man zwar; aber wer hat eine Vorstellung davon? — „Hätte Adam (sagt Bernstein in seiner interessanten „Phantasiereise in's Weltall", Berlin bei Fr. Duncker, 10 Sgr.) vor 6000 Jahren 10 solcher Maschinen aufgestellt, um eine Cubikmeile in solcher Art zu füllen, so wäre jetzt bei ununterbrochener Thätigkeit erst der siebente Theil davon gefüllt" — was jeder Quartaner nachrechnen kann, auch, daß ein Mensch, der in jeder Secunde 3 zählen könnte, 10000 Jahre Tag und Nacht zählen müßte, um eine Billion, und 35 Millionen Jahre, um die 3500 Billionen der Sonne zu zählen. Wäre in jeder Secunde eine Cubikmeile der Sonnenmasse entstanden, so wäre die Sonne in 105 Millionen Jahren fertig geworden. „Allen Respect schon vor einer Cubikmeile!" — Schiller richtet einmal an die Astronomen die Frage: „Ist die Natur nur groß, weil sie zu zählen euch giebt?" Dieselben werden antworten: gewiß nicht, aber auch beifügen: in den Zahlen, welche das Weltall aufstellt, liegt doch etwas Ungeheures. —

fähr gleich der Geschwindigkeit einer Kanonenkugel auf der Erde. Ein Körper, der hier 1 Pfund wiegt, würde auf der Sonne 29 Pfund (genauer 28 Pfund 11½ Loth) wiegen, wenn man ihn auf der andern Wagschale mit Erdmassen wiegen könnte, und ein Mensch, dessen Körper 150 Pfund wiegt, würde an der Oberfläche der Sonne eine Last von 4350 Pfund zu tragen haben.

3. Das Licht bewegt sich von der Sonne zur Erde in 8 Minuten. Woher weiß man dieses?

Eine Däne, Olof Römer, hat es 1676 entdeckt — durch die Trabanten des Jupiter. Wir sind demselben bald näher, bald weiter von ihm entfernt. Der Unterschied beträgt die Länge des Durchmessers der Erdbahn, 42 Millionen Meilen. Der Jupiter verfinstert seine Trabanten, namentlich die drei ihm nächsten bei jedem ihrer Umläufe. Nach der Erfindung der Fernröhre berechnete man ganz genau die Zeit dieser Verfinsterungen. Die Beobachtungen stimmten mit den Berechnungen überein, wenn die Erde sich zwischen Sonne und Jupiter befand, aber dann nicht, wenn die Erde sich vom Jupiter entfernte. Die Beobachtung trat in letzterem Falle später ein, als die Berechnung bestimmt hatte. Die Ursache dieser Erscheinungen entdeckte Römer darin, daß das Licht Zeit gebraucht, um von dem Jupiter zur Erde zu gelangen. Wir sehen die Erscheinungen also später, als sie dort eintreten, wie wir auf Erden in beträchtlichen Entfernungen Schälle, die entstehen, nicht in dem Augenblick des Entstehens, sondern später hören. Der Augenblick der Verfinsterung eines Jupiter-Trabanten und seines Austritts aus dem Schatten muß also dann früher gesehen werden, wenn die Erde näher beim Jupiter steht, als dann, wenn sie weiter von ihm entfernt ist. Genaue Beobachtungen ergaben, daß das Licht den Durchmesser der Erdbahn in 16 Minuten durchschreitet, also von der Sonne in 8 Minuten zur Erde gelangt. (Die Veranschaulichung dieses Satzes durch eine Zeichnung des Jupiter mit seinen Trabanten und der Erdbahn ist so leicht, daß sie übergangen werden kann.) Eine Frage, durch das Licht von der Sonne an die Erde gethan und durch dasselbe wieder zurückbefördert, würde die Antwort in 16 Minuten zurückbringen; durch den Schall in 30 Jahren.

Im Durchschnitt legt das Licht in einer Secunde 41000 Meilen zurück. Dieses ist die größte, mit Sicherheit uns bekannte Geschwindigkeit*). Sie scheint durch die Expansivkraft (Wellenbewegung,

*) Der electrische Funke oder seine Wirkung soll eine Geschwindigkeit von 60000 Meilen in der Secunde haben. Demnach würde er in einer Secunde den Umkreis der Erde 10mal durchfliegen. Jedenfalls verschwinden für denselben die Entfernungen auf der Erde; es giebt für ihn keinen Umweg.

Undulation) des Lichtes oder durch die Abstoßungskraft des leuchtenden Körpers hervorgebracht zu werden. Ungeachtet dieser ungeheuern Geschwindigkeit trifft das Licht unser Auge ohne Stoß; folglich muß es — wenn es anders eine Materie ist — eine sehr feine Materie sein. Man rechnet es zu den unwägbaren Substanzen. Ob es in Strahlen von der Sonne ausströmt, oder ob es in Schwingungen besteht, welche durch leuchtende Körper hervorgerufen werden, etwa wie Luftschwingungen durch einen tönenden Körper, wissen wir nicht mit völliger Sicherheit*).

Das Sonnenlicht erscheint, ungebrochen oder unzertheilt, weiß; durch die Regentropfen und ein Glasprisma wird es in die bekannten 7 Farben des Regenbogens: roth, hell- oder orangengelb, dunkelgelb, grün, hellblau, dunkelblau und violet, zerlegt. Das weiße Sonnenlicht scheint folglich aus diesen verschiedenfarbigen Strahlen zusammengesetzt zu sein. Dieser Eigenschaft (nach der Meinung andrer Physiker der verschiedenen Geschwindigkeit der Lichtwellen) verdanken wir wahrscheinlich die Farben, in welchen die Körper strahlen: die Farben der Pflanzen- und Thierkörper, die grüne Farbe der Blätter, die Farben der Blumen und Blüthen, der Schmetterlingsflügel u. s. w., die Farbe jugendlicher Wangen und aller Thierhäute, die Morgen- und Abendröthe, die Farben der Sterne und Diamanten. Ohne diese Eigenschaft des Sonnenlichtes würde Alles ein graues, aschfarbiges Ansehn haben.

Das Sonnenlicht weckt die Wärme in den Körpern der Erde. Ob es selbst warm ist, wissen wir nicht genau. Wahrscheinlich ruft es nur die Wärme hervor, und zwar am stärksten, wenn es die Oberfläche eines Körpers senkrecht trifft; je schiefer, desto schwächer ist die erwärmende Kraft. Im Großen sehen wir dieses im Sommer und im Winter. Ohne die Eigenschaft der Wärmeentwicklung würde das Licht keinen Frühling, kein Leben auf der Erde hervorrufen. Denn wo es an Wärme fehlt, fällt Alles in todte Erstarrung. Ja ohne Wärme würde selbst die Luft wahrscheinlich zu einer festen Rinde zusammenschrumpfen. Licht und Wärme vereinigt, sind die eigentlichen Factoren alles Lebens und aller Thätigkeit. Licht ohne Wärme — kalte Erstarrung, Wärme ohne Licht — dumpfe

---

*) Die Kraft eines bewegten Körpers (sein statisches Moment) ist das Product aus Masse und Geschwindigkeit. Die Geschwindigkeit einer Kanonenkugel ist etwa $\frac{1}{640000}$ des Lichtes. Eine Kanonenkugel schlägt durch eine Mauer. Hätte nun ein Lichtatom $\frac{1}{640000}$ der Masse einer Kanonenkugel, so müßte dieses Atom dieselbe Wirkung in dem Auge hervorbringen, wie die Kanonenkugel in der Mauer. Da dieses nicht der Fall ist, so spricht dieser Umstand für die Immaterialität (für die Undulationstheorie) des Lichts. —

Schwüle*). Im rechten Verhältniß verbunden erzeugen sie auf der Erde paradiesische Gegenden, und machen den Menschen, dem Kopf und Herzen nach, zu einem Ebenbilde des Schöpfers.

4. Geht der Lichtstrahl aus einem dünneren Körper oder Mittel in ein dichteres über, z. B. aus der Luft in Wasser, aus Luft in Glas, und trifft er die Oberflächen derselben schief, so geht er nicht in der Richtung, die er hatte, fort, sondern er wird von seinem Wege abgelenkt, oder, wie man zu sagen pflegt, gebrochen, und zwar nähert er sich dem Einfallsloth, d. h. der auf der Oberfläche des dichteren Mittels in dem Punkte, in welchem der Lichtstrahl eintritt, senkrecht errichteten geraden Linie.

abcd (Fig. 39.) sei ein Stück Glas, Se ein Lichtstrahl, der die Seite ab schief trifft. Alsdann geht er in dem Glase nicht in der Richtung Se, nach f weiter, sondern in einer der senkrechten Linie gh näher liegenden Richtung ek, welche jedoch mit geS in derselben Ebene liegt. Wäre nun ein Auge in k, so würde dasselbe den leuchtenden Punkt S in der Richtung kel sehen, d. h. an einer andern Stelle als da, wo er wirklich steht, und zwar höher.

Dasselbe findet nun auch bei den Himmelskörpern statt, deren Licht die Atmosphäre der Erde schief trifft. Denn die Luft ist dichter als der in dem Universum wahrscheinlich verbreitete Aether, wenigstens sind die der Erdoberfläche nächsten Luftschichten dichter als die entfernteren.

In Fig. 40. bezeichne E den Mittelpunkt der Erde, der ihm nächste Bogen einen Theil der Erdoberfläche, die beiden andern begränzte Luftschichten von verschiedener Dichtigkeit, der obere die dünnere. Von einem Sterne S treffe ein Lichtstrahl in a ein, er nähert sich dem Einfallslothe Ea, geht in ab fort, trifft in b eine dichtere Luftschicht, geht nach bc fort. Trifft er hier ein Auge, so sieht dasselbe den Stern S in der Richtung cb, in S′, d. h. höher, als er steht. Wir sehen nämlich die Gegenstände in der Richtung, in welcher der von ihnen kommende Lichtstrahl in's Auge tritt. Die

*) Neuere Forschungen haben gezeigt, daß es Körper giebt:
a) welche das Licht durchlassen, aber nicht die Wärme (durchsichtig, aber nicht durchwärmig sind);
b) welche die Wärme durchlassen, aber nicht das Licht;
c) welche beide,
d) keins von beiden durchlassen.
Die Optik ist fast eine ganz neue Wissenschaft geworden. — Die Geologen behaupten auch eine eigenthümliche Wärme des Erdkörpers im Innern desselben. Die Sonnenwärme dringt nur sehr wenig tief in die Oberfläche ein, und die Abkühlung im Winter findet nur in der dünnen Erdrinde statt. In jenem Falle erhält die Vegetation nicht bloß Wärme von Oben, sondern auch von Unten, die Erde ist ein Treibhaus, die Pflanzen sind Treibhauspflanzen.

Brechung der Lichtstrahlen in der Atmosphäre, welche nicht aus dem Zenith kommen, bewirkt eine scheinbare Erhöhung der leuchtenden Himmelskörper. Wir sehen sie höher, als sie stehen. Nur der senkrecht die Atmosphäre treffende Strahl geht ungebrochen durch. Darum sehen wir nur einen im Zenith stehenden Stern an seinem wahren Orte. Je schiefer der Lichtstrahl die Atmosphäre trifft, also je näher ein Stern am Horizonte steht, desto mehr wird der Lichtstrahl gebrochen, desto größer ist der Unterschied der scheinbaren und wirklichen Höhe. Je dichter die Luft ist, desto mehr bricht sie den Strahl. Am Horizonte erscheint im Durchschnitt ein Stern um einen halben Grad oder 30 Minuten höher, als er steht Da nun Sonne und Mond einen scheinbaren Durchmesser von ½ Grad haben, so scheinen Sonne und Mond schon aufgegangen zu sein, wenn sie wirklich noch unter dem Horizonte stehen. Dadurch verlängert sich der Tag, was bekanntlich auch durch die Morgen- und Abenddämmerung bewirkt wird.

Im Mittel beträgt die Strahlenbrechung und die dadurch bewirkte scheinbare Erhöhung der Sterne:

bei	0°	Höhe	über	dem	Horizonte	33′	0″
=	5°	=	=	=	=	9	50
=	10°	=	=	=	=	5	18
=	15°	=	=	=	=	3	33
=	50°	=	=	=	=	0	49
=	80°	=	=	=	=	0	10
=	90°	=	=	=	=	0	0

Bei der Strahlenbrechung (der Refraction) wirkt die Luft wie ein Linsenglas, bei der Dämmerung wie ein Spiegel.

5. Kehren wir zur Sonne zurück!

Das Licht der Sonne ist zu blendend, als daß wir mit unbewaffnetem Auge in sie hineinsehen könnten. Man bedient sich dazu der farbigen oder geschwärzten Gläser. In ihnen erscheint die Oberfläche der Sonne als ein flammendes Lichtmeer, in immerwährender Bewegung. In demselben gewahrt man häufig hellere und dunklere Stellen von verschiedener Ausdehnung, Sonnenfackeln und Sonnenflecke genannt. Sie entstehen, verändern sich, nehmen an Stärke und Schwäche und an Umfang zu und ab. Sie erscheinen am meisten zwischen dem Sonnenäquator und 30° Breite, nördlich und südlich, jenseits 40° nie. Die Flecke erscheinen tief schwarz, sind aber nicht tief schwarz, wie man durch Vergleichung wahrnimmt, wenn der Mercur durch die Sonnenscheibe rückt, welcher wirklich tief schwarz erscheint. Damit verglichen sind die Flecke tief braun zu nennen. Es scheint, daß es Vertiefungen sind, in die Sonnen-

atmosphäre hinein. Wenn das Leuchten der Sonne wirklich durch Zusammenpressung der Gase entstehen sollte, so rühren die Flecke vielleicht von Luftverdünnungen her, die ein vermindertes Leuchten erzeugen.

Aber auch die andern Theile der Sonnenoberfläche erscheinen nicht in gleicher Weise, sondern mit Schuppen und Punkten besäet, die ihren Ort verändern. Die Oberfläche der Sonne sieht darum so aus, als wäre eine flockige Substanz in einer durchsichtigen Flüssigkeit aufgelöset. Wie unsre Erde von Luft umgeben ist, so scheint die Sonne eine Lichtatmosphäre zu haben, in welcher Substanzen, wie die Wolken in unsrer Luft, herumschwimmen. Ein wirkliches Feuermeer scheint sie nicht zu sein. Wir wissen es nicht, wissen nicht, wie die Lichtmassen sich entwickeln, wissen nicht, wodurch sie ersetzt werden, wissen nicht, ob die Sonnenmasse sich vermindert, wissen nicht einmal, ob die Sonnenstrahlen — Sonnenstrahlen sind, oder vielmehr Lichtwellen*). Nach John Herschel's Messungen der Lichtstärke scheint der Mond 27000mal so hell als der hellste Stern im Centaur, nach Andern die Sonne 200000mal so hell als der Vollmond; folglich die Sonne viele Millionenmal so hell als der genannte Stern. Dessen Entfernung damit verglichen, scheint er lichtstärker zu sein als unsre Sonne, so wie Sirius aus ähnlichen Gründen 60mal lichtstärker zu sein scheint als die Sonne. Nach jener Angabe müßten 800000 Vollmonde zugleich am Himmel stehen, wenn es durch das Mondlicht auf der Erde so hell werden sollte, wie am Tage durch die Sonne. Da das Sonnenlicht den ganzen Raum des Sonnensystems erfüllt, so ist es eine kleinliche Vorstellung, daß es allein den Zweck habe, die (kleinen) Planeten zu erleuchten.

Die Beobachtung der Sonnenflecke hat unsre Kenntnisse von der Sonne vermehrt. Man sieht diejenigen, welche längere Zeit dauern, meist an dem linken oder östlichen Sonnenrande erscheinen und sich langsam gegen den westlichen Rand hinbewegen, wo sie ungefähr dreizehn Tage nach ihrer ersten Erscheinung zu verschwinden pflegen. Dann bleiben sie eben so lange unsichtbar und erscheinen wieder am östlichen Rande. An den Rändern erscheinen sie gewöhnlich in länglicher, schmaler Gestalt, in der Mitte breiter. Je näher dem Mittelpunkte der Sonnenscheibe, desto breiter, je weiter davon ab, nach rechts und links, nach oben und unten, desto schmäler. Was folgt daraus, in Betreff der Natur der Sonnenflecke und für die Sonne selbst?

*) Nach Herschel befindet sich die Sonne im Zustande eines perpetuirlichen Nordlichtes, das von Humboldt ein electro-magnetisches Gewitter genannt wird.

Da sie ungefähr 13 Tage sichtbar bleiben, sich in regelmäßiger Geschwindigkeit fortbewegen, so können es nicht Dinge sein, wie die Wolken unsrer Erde. Da sie an den Rändern anders aussehen als in der Mitte, so sind es nicht Körper, welche die Sonne in ihrer Nähe umkreisen. Sie müssen der Oberfläche selbst angehören, und diese Oberfläche muß sich bewegen, eine Bewegung, die auf der uns zugewandten Seite von Ost gegen West, auf der uns abgewandten von West gegen Ost vor sich geht. Die Sonne selbst dreht sich in 25 Tagen 12 Stunden um ihre Achse von Westen gegen Osten, in derselben Richtung, in welcher sich die Erde, wie alle Planeten, um die Sonne dreht.

Ob die Sonnenflecke Einfluß auf die Witterung der Erde haben, wissen wir nicht, obgleich wir wissen, daß ihr Durchmesser oft den Durchmesser der Erde viele Male an Länge übertrifft.

6. Daß die Sonne sich um ihre Achse dreht, die auf der Ebene der Ekliptik nicht senkrecht steht, so daß Sonnenäquator und Ekliptik nicht zusammenfallen, ist gewiß. Ihr Aequator ist gegen die Ekliptik unter einem Winkel von $7\frac{1}{2}°$ geneigt. Sie ist von einem matten, linsenförmig gestalteten Licht, dem Thierkreis- oder Zodiacallicht, begleitet, das in unsrer trüben nördlichen Atmosphäre nur in den Monaten Februar, März, April und Mai kurz nach Sonnenuntergang am westlichen, 6 Monate später, besonders im October vor Sonnenaufgang am östlichen Himmel, in pyramidalischer Gestalt aufsteigend, gesehen wird. In den tropischen Gegenden, unter ewig heiterem Himmel, erscheint es oft leuchtender als die Milchstraße. Er erstreckt sich bis nach der Marsbahn hin. Darum kann es die leuchtende Sonnenatmosphäre nicht sein. Denn diese kann sich nach mechanischen Gesetzen nur bis zu dem Punkte erstrecken, wo Schwere und Schwungkraft im Gleichgewicht sind. Dieses ist bei der Sonne in einer Entfernung von $\frac{9}{20}$ der Mercursbahn der Fall. Nach Humboldt (Kosmos I. S. 146.) rührt das Zodiacallicht sehr wahrscheinlich von einem zwischen der Venus- und Marsbahn frei im Weltenraum kreisenden, sehr abgeplatteten Ringe dunstartiger Materie, von einem Nebelringe her.

7. Ueber das eigentliche Wesen oder die Beschaffenheit der Sonne ist man noch mit Nichten ganz im Klaren, selbst die Meinungen der Astronomen weichen von einander ab. Die jetzt am meisten geltende Meinung (!) ist die, daß der eigentliche Sonnenkörper dunkel, von drei Umhüllungen umgeben sei: zunächst von einer wolkenartigen Dunsthülle, darüber von einer hellstrahlenden Lichthülle (Photosphäre), und darüber von einer nicht-leuchtenden, von der Photosphäre durchstrahlten Wolkenhülle (Atmosphäre). Nach

dieser Ansicht sind die Sonnenflecke Theile der dunklen Oberfläche des Sonnenkörpers, die man durch (man weiß nicht wie) in den Umhüllungen entstandene trichterförmige Oeffnungen erblickt. Große Wallungen entstehen jedenfalls in den Umhüllungen der Sonne. Eine merkwürdige Erscheinung war die bei den totalen Sonnenfinsternissen in den Jahren 1842 und 1851 in den Augenblicken der gänzlichen Bedeckung der Sonnenscheibe durch den Mond um diesen herum wahrgenommene hellleuchtende, strahlenförmige Lichtglorie (Corona) mit hervorstehenden Erhabenheiten (Protuberanzen), die man als Sonnenberge gedeutet hat, und mit besonders bemerklichen flammenden Lichtbüscheln. Die Zukunft wird vielleicht über diese noch schwer zu deutenden Erscheinungen Aufschluß geben. —

8. Ob die Sonne nun mit der Erde auch die Eigenschaft gemein hat, daß sie sich in dem Weltraume fortbewegt, also nicht still steht? —

Nirgends in der Welt giebt es absoluten Stillstand und Ruhe; Alles ist in Bewegung*). Denn überall wirken lebendige Kräfte. Folglich wird auch die Sonne nur scheinbar ruhen, aber in wirklicher Bewegung begriffen sein — mit allen zu ihr gehörigen Körpern. Wie die Hauptplaneten ihre Trabanten mit um die Sonne führen, so wird die Sonne sich mit allen Haupt- und Nebenplaneten sammt Kometen wahrscheinlich um einen höheren Mittelpunkt, Centralkörper, bewegen und ein dienendes Glied eines größeren Systems sein. Woran würden wir die Bewegung der Sonne in dem unermeßlichen Raume merken können? Daran, woran man z. B. merkt, ob man sich einem entfernten Walde nähert oder von ihm entfernt. In jenem Falle treten die Bäume des Waldes weiter und weiter aus einander, in diesem scheinen sie sich zu nähern. Was diese Bäume für den Wanderer oder Schiffer auf Erden sind, sind für die Sonne die Fixsterne des Himmels. Diejenigen Fixsterne, welchen sie sich nähert, werden auseinander, und diejenigen, von welchen

*) Alles ist in Bewegung. „Denken wir uns" — sagt Humboldt, Kosmos I. S. 155. — „als ein Traumbild der Phantasie, die Schärfe unserer Sinne übernatürlich bis zur äußersten Gränze des teleskopischen Sehens erhöht, und zusammengedrängt, was durch große Zeitabschnitte getrennt ist, so verschwindet plötzlich alle Ruhe des räumlichen Seins. Wir finden die zahllosen Fixsterne sich wimmelnd nach verschiedenen Richtungen gruppenweise bewegen; Nebelflecke wie kosmische Gewölke umherziehen, sich verdichten und lösen, die Milchstraße an einzelnen Punkten aufbrechen und ihren Schleier zerreißen; Bewegung eben so in jedem Punkte des Himmelsgewölbes walten, wie auf der Oberfläche der Erde in den keimenden, blättertreibenden, Blüthen entfaltenden Organismen der Pflanzendecke. Der berühmte spanische Botaniker Cavanilles hat zuerst den Gedanken gehabt, „Gras wachsen" zu sehen, indem er in einem stark vergrößernden Fernrohr &c. In dem Gesammtleben der physischen Natur, der organischen wie der siderischen, sind an Bewegung zugleich das Sein, die Erhaltung und das Werden geknüpft."

sie sich entfernt, werden zusammen zu rücken scheinen. Bestimmte, allmählig immer deutlicher hervortretende Beobachtungen lehren, wie die Astronomen versichern, daß die Sterne, welche zu dem großen Sternbild Herkules gehören, aus einander rücken*). Nach dieser Richtung hin geht also wahrscheinlich der Lauf unsrer Sonne, unsres Systems, und zwar, nach Bessel, mit einer Geschwindigkeit von 8 bis 10 Meilen in der Secunde. Jahrhunderte mögen vergehen, ehe man dessen ganz gewiß wird, Jahrtausende, ehe man Genaueres: Ort des Centralkörpers, Umlaufszeit u. s. w. zu bestimmen im Stande ist; aber an der Bewegung selbst ist kaum noch zu zweifeln, nachdem die Resultate der Rechnungen dreier der ausgezeichnetsten Astronomen (Herschel, Gauß und Argelander) mit einander übereinstimmen. Sie konnte auch schon aus dem Umstande, daß die Sonne rotirt, erschlossen werden. Rotirende und fortschreitende Bewegung sind, so viel wir wissen, immer beisammen. Auch gewinnt die Sache dadurch an Gewißheit, daß sich die gemeinschaftliche Bewegung der Fixsterne größtentheils aus der Annahme der Bewegung unsrer Sonne erklären läßt**). So tritt die Sonne also zum Rang eines Planeten oder Trabanten herab; Monde um Erden, Erden um Sonnen, Sonnen um Erden (dunkle Körper), Sonnen um andere Sonnen! Ueberall stößt unser Wissen auf Fragen, die wir noch nicht beantworten können. Aber sicher übertrifft die Wirklichkeit die kühnsten Gedanken des Menschen.

9. „Um Erden wandeln Monde,
Erden um Sonnen,
Aller Sonnen Heere wandeln
Um **eine** große Sonne“***),

also singt Klopstock. Hr. Prof. Mädler in Dorpat hat diesen Gedanken eines Dichters wissenschaftlich untersucht†) und folgende Resultate herausgebracht.

---

*) Legt man durch Gemma, den hellsten Stern in der nördlichen Krone, einen Parallelkreis mit dem Aequator und durch den Kopfstern des Herkules, Ras-Algethi, einen Meridian, so treffen sich beide in einem Punkte, auf welchen, nach Argelander, die Sonne losgeht.

**) Die scheinbare Bewegung der Fixsterne ist aus einer zwiefachen zusammengesetzt, einer scheinbaren, welche die Bewegung unserer Sonne erzeugt, und einer wirklich eigenen. (S. später!)

***) Damit ist nicht gesagt, daß ein solcher Centralkörper leuchten müsse. Nach Bessel beschreiben Sirius und Prokyon Bahnen um verhältnißmäßig ihnen sehr nahe Körper, die wir nicht sehen, also dunkel zu sein scheinen, um welche sich Sonnen bewegen.

†) Die Centralsonne. Von Dr. J. H. Mädler. Dorpat, zweite Aufl. Von ihm gilt Schiller's Wort: „Er knüpft entlegene Sonnen, durch Siriusferne geschieden, an einander.“

Vorausgesetzt (was die Bewegungen der Doppelsterne bestätigen), daß das Newton'sche Attractionsgesetz den ganzen Fixsternhimmel beherrscht, so muß es einen allgemeinen Schwerpunkt geben, um den alle Körper sich drehen *). Es ist nicht nöthig, daß derselbe mit Materie erfüllt sei; aber es kann sein. Man hat lange den glänzendsten aller Fixsterne, den Sirius, für den Centralkörper gehalten; aber er ist es nicht. Vielmehr deuten viele Erscheinungen auf die Gruppe der Plejaden (von den Alten Schifffahrtsgestirn genannt), als die Centralgruppe des Fixsternsystems bis zu den äußersten, durch die Milchstraße bezeichneten Gränzen hin, und auf Alcyone, den hellsten in dieser Gruppe, als denjenigen Stern, der die meiste Wahrscheinlichkeit für sich hat, die Welt- oder Centralsonne **) zu sein oder dem Central- oder allgemeinen

*) Alle Theile des Universums (man bedenke, was das heißt!) wirken auf einander, alle ziehen einander an, kein Theil ist von dieser Wirksamkeit ausgeschlossen; jeder Körper will sich auch in seiner Selbstständigkeit erhalten. Aus diesen Grundthätigkeiten folgt die Bewegung der ganzen Welt, die Bewegung um einander, die Bewegung um den gemeinsamen Central- oder Schwerpunkt des Weltalls. Es folgt ferner daraus oder es liegt darin, daß keiner der Regent aller übrigen ist, jeder regiert d. h. wirkt mit nach seinem Theil. Die Weltverfassung ist keine absolutistische, auch keine monarchische. Mädler nennt die Fixsternwelt eine „freie Fixstern-Republik." Zum Bestand des Ganzen trägt jeder bei, und zu dem bestehenden (existirenden) Bestande ist jeder, auch der kleinste und unbedeutendste, nothwendig. Der Satz Schiller's: „Tilge sie (die Anziehung, die Schwerkraft) vom Urwerk der Naturen, trümmernd aus einander springt das All!" gilt vom kleinsten Atom. Als man, selbst nach Copernicus, nur erst die Sonne mit ihrer Kraft, nicht auch die Wirkung der Planeten kannte, konnte man die Sonne für den Regenten wenigstens unserer Welt (unsers Systems) halten, und die Entdeckung Newton's ging ursprünglich noch nicht über diese Ansicht hinaus. Seitdem man aber die Anziehung als eine das ganze Weltall beherrschende Grundkraft erkannt, die Fixsterne als Weltkörper kennen gelernt hat, die ihre Kraft, gleich unserer Sonne, über jede denkbare Gränze hinaus erstrecken, seitdem ist die Sonne von ihrem Regententhrone herabgestürzt und als ein dienendes und herrschendes, d. h. mitwirkendes Glied des Alls erkannt worden. Nun erst hat man eine richtige Vorstellung von der Constitution des Universums, von der Verfassung der Welt. Kein Glied ist allein das herrschende, keins das beherrschte und dienende; jedes ist ein den Weltorganismus mit constituirendes und thätiges Glied des unermeßlichen Ganzen. —

Ob die Sonne bewohnt sein mag? „Wenn man mir" — sagt Arago — „diese Frage vorlegte, so würde ich antworten, daß ich darüber nichts wisse. Wenn man mich aber fragt, ob die Sonne von Wesen bewohnt sein kann, welche eine analoge Organisation besitzen, wie die, welche unsre Erde bevölkern, so werde ich nicht anstehen, eine bejahende Antwort zu ertheilen. Das Vorhandensein eines dunklen centralen Kerns in der Sonne, welchen eine undurchsichtige Atmosphäre umgiebt, von der entfernt erst die leuchtende Sphäre sich befindet, steht in keiner Weise mit einer solchen Ansicht in Widerspruch." — —

**) Die Forschungen der Gelehrten (der Wissenschafter) werden oft von den Dichtern voraus geahnet, sie sind gewissermaßen Propheten. So sagt Schiller (in seinem Gedichte: „Die Freundschaft"):

Schwerpunkte des Weltalls am nächsten zu stehen. Mädler hat es unter der Voraussetzung, daß der Stern 61 im Schwan eben so weit von Alcyone entfernt, wie unsre Sonne ist (wofür Manches spricht), gewagt, die Entfernung unsrer Sonne von der allgemeinen Centralsonne zu bestimmen. Er berechnet dieselbe zu 31 Millionen Sonnenweiten, eine Entfernung, welche von dem Lichtstrahl in 500 Jahren durchmessen werden würde. Eben so bestimmt er die Zeit des Umlaufs unsrer Sonne um Alcyone näherungsweise zu 22 bis 27 Millionen Jahren*), und die Geschwindigkeit der Sonne zu 8 geographischen Meilen in der Secunde. Mädler schließt seine Abhandlung mit folgenden Worten:

„Die Mitte ist bezeichnet durch eine sehr sternreiche und mit bedeutenden einzelnen Massen erfüllte Gruppe. Um sie herum zunächst eine schmale, verhältnißmäßig sternleere Zone, hierauf eine breite, ringförmige, sternreiche Schicht, hierauf abermals eine sternarme Zwischenzone und so fort in einer noch unbestimmten Anzahl von ringförmigen Gliedern, deren beide äußersten die Milchstraße bilden. Brückenartige Zwischentheile verbinden an einzelnen Stellen diese großen Ringe, die auch sonst nicht in allen Theilen ihres Umkreises von gleicher Mächtigkeit sind und hin und wieder etwas einer Gruppenbildung Aehnliches zeigen, meistens aber nur aus isolirten einfachen Fixsternen und Fixsternpaaren bestehen."

2. Von dem Mercur ☿.

Der Mercur ist von den Planeten der Sonne am nächsten, im Mittel 8 Millionen Meilen weit von ihr entfernt; seine siderische Umlaufszeit 88 Tage, seine synodische (d. h. bis zur Rückkehr der oberen oder unteren Conjunction mit der Sonne) 116 Tage, sein Halbmesser 330 Meilen, also etwas mehr als $\frac{1}{3}$ des Erdhalbmessers, sein Kubikinhalt $\frac{1}{17}$ des Rauminhaltes der Erde. 17 Mercurkugeln = einer Erdkugel. Nach Verhältniß seiner Größe ist seine Anziehungskraft (wesentlich ermittelt durch seine Einwirkung auf den Encke'schen Kometen) groß, seine Masse folglich dicht, $1\frac{1}{8}$mal so dicht als die der Erde. Da die Dichtigkeit der Erdmasse etwa $5\frac{1}{2}$mal

---

„Geisterreich und Körperweltgewühle
Wälzet eines Rades Schwung zum Ziele —
Sphären lehrt es, Sklaven eines Zaumes
Um das Herz des großen Weltenraumes
Labyrinthenbahnen zieh'n."

*) Ein Jahr der Sonne verhält sich demnach zu einem Jahr der Erde wie ein Jahr der Erde zu einer Secunde. —

so groß ist als die des Wassers, so ist die des Mercur 6—7mal so groß als die des Wassers; er ist überhaupt der dichteste aller Planeten. Seine Bahngeschwindigkeit ist unter den Planeten, da er die stärkste Anziehungskraft erfährt, die größte, fast 7 Meilen in der Secunde. Wäre dieses nicht, so würde ihn die Sonne längst verschlungen haben.

Seine Bahn ist schon bedeutend länglich, indem sich die größte Entfernung von der Sonne zur kleinsten fast wie 10 : 7 verhält. Natürlich hat er sehr verschiedene Entfernungen von der Erde; steht er zwischen Sonne und Erde, etwa 10, auf der entgegengesetzten Seite 30 Millionen Meilen.

Aus zwei Gründen kann er von der Erde aus nur schwer beobachtet werden, wegen seiner Kleinheit und weil er sich nie weit von der Sonne entfernt (höchstens 29°, nach Hansen 27° 42′). Er erscheint als ein Stern vierter Größe, entweder Morgens vor Sonnenaufgang am östlichen, oder Abends nach Sonnenuntergang am westlichen Himmel. Er hat ein hellweißes Licht.

Durch Fernröhre gesehen bemerkt man Lichtphasen an ihm, wie an dem Monde: ganze Erleuchtung, halbe, Viertel- u. s. w. Denn er kehrt der Erde bald die erleuchtete, bald die dunkle Seite zu. In letzterm Falle geht er zuweilen vor der Sonne vorbei, scheinbar durch die Sonnenscheibe als schwarzer Punkt, Erscheinungen, die man zu Längenbestimmungen benutzt. Der letzte Durchgang fand den 9. November 1848 statt. Die genauesten Beobachtungen weisen das Dasein der Wolken und folglich einer Atmosphäre auf ihm nach; auch Höhen und Tiefen. In etwa 24 Stunden dreht er sich um seine Achse. Ein Mercurtag hat also etwa die Länge eines Tages der Erde. Die Jahreszeiten sind dagegen auf Mercur und Erde sehr verschieden. Diese hängen bekanntlich von dem Winkel, welchen die Bahn mit dem Aequator macht, und von der Umlaufszeit des Planeten um die Sonne ab. Jener scheint 20°, also fast so groß als die Schiefe der Ekliptik zu sein; aber eine seiner 4 Jahreszeiten dauert nur $\frac{88}{4} = 22$ Tage, d. h. etwa 3 Wochen. Das Sonnenlicht wirkt wahrscheinlich mit größerer Energie auf ihn ein als auf die Erde, wenn nicht etwa die große Dichtigkeit ihn dagegen schützt. Sicher aber sind die physischen Beschaffenheiten auf seiner Oberfläche von den unsrigen sehr verschieden. Die Helligkeit auf ihm ist 7mal so groß als die der Erde. Unsere Augen würden dort geblendet werden; die Sonnenscheibe würde auf dem Mercur einem Menschenauge 7mal so groß erscheinen als sie uns erscheint. Im Laufe dieses Jahrhunderts wird er noch 6mal vor der Sonnen-

scheibe vorbei gehen: 1861 Nov. 12., 1868 Nov. 5., 1878 Mai 6., 1881 Nov. 8., 1891 Mai 10., 1894 Nov. 10.

Sein Lauf stimmt nicht vollkommen mit der Berechnung überein, weßhalb man zwischen ihm und der Sonne das Dasein eines noch unbekannten Planeten muthmaßt.

3. Von der Venus ♀.

Sie ist auch unter den Namen Morgen- und Abendstern, Lucifer (Phosphorus) und Hesperus, bekannt. Der Mercur hat auch Ansprüche auf dieselben Namen. Als unterer Planet entfernt sie sich nicht sehr weit von der Sonne (höchstens 48°), sie wird daher nur am Morgen- und Abendhimmel gesehen. Sie ist der größte und hellste Stern, mit bloßem Auge zuweilen selbst am Tage sichtbar, und ein dunkler Körper wirft, von ihr beschienen, einen Schatten.

Ihre mittlere Entfernung von der Sonne beträgt 15 Millionen geographische Meilen, in welcher sie in einer fast kreisrunden Bahn in 224 Tagen um die Sonne läuft. Ihre kleinste Entfernung von der Erde beträgt $20 - 15 = 5$, ihre größte $20 + 15 = 35$ Millionen Meilen. Darum ist ihre scheinbare Größe so sehr verschieden. Ihr Durchmesser beträgt 1710 Meilen, also beinahe so viel, wie der der Erde. Ihre Dichtigkeit ist der der Erde fast gleich. Ein Körper, welcher auf der Erde 1 Pfund wiegt, wiegt auf der Venus $\frac{91}{100}$ Pfund. Ueberhaupt ist sie ein der Erde sehr ähnlicher Körper.

Begreiflicher Weise erscheint sie in Phasen oder Lichtabwechselungen, wie Mercur und Mond, bald sichelförmig, bald halb erleuchtet, bald mehr erleuchtet, nie in voller, runder Scheibe; doch kann jenes wegen ihres starken Glanzes mit bloßen Augen nicht gesehen werden. Den stärksten Glanz hat sie, wenn 2 gerade Linien, von Sonne und Erde nach ihr gezogen, einen stumpfen Winkel bilden, 70 Tage vor und nach ihrer unteren Conjunction. Im Allgemeinen hängt der Glanz eines Planeten ab von der Größe seiner Erscheinung und von der Größe des beleuchteten, der Erde zugekehrten Theils der Scheibe. Jene ist bei der Venus in ihrer unteren Conjunction, diese in der oberen ein Maximum. Beide Umstände vereinigen sich folglich bei ihr nicht mit einander*).

*) In einem Lehrbuche, wie dieses Buch, kann man sich weder auf ausführliche, noch weniger auf poetische Schilderungen der Erscheinungen einlassen. Man muß dieses den Lesebüchern und der Privatlectüre überlassen. Der Lehrer kann damit einzelne Viertelstunden des Unterrichts ausfüllen und den strengen Unterricht dadurch unterbrechen. Als Beispiel geben wir nachfolgend einen Theil der Schilderung der glänzenden Erscheinung der Venus im Jahre 1852 von Klöden. „Von allen Sternen, die den Himmel schmücken, strahlt keiner glanzerfüllter

Zwei obere oder untere Conjunctionen folgen nicht in 224 Tagen auf einander, sondern in längeren Zwischenräumen, weil die Erde nicht still steht, erst in 584 Tagen (synodische Umlaufszeit).

---

durch die Nacht, als jener, bald mit dem Namen Morgenstern, bald als Abendstern bezeichnete. Das tiefe Schweigen der Nacht bildet in ruhiger Majestät die Grundlage, über welche die flammende Pracht des Gestirns in stets erneuetem Glanze, in Lichtströmen und Lichtbebungen daher brauset, als ob mächtige Posaunenchöre von ihm aus bis in die Unendlichkeit forttönten. Wer hat in seinem Leben nicht schon den tiefen Eindruck empfunden, den dieses reizende Gestirn auf jeden unverbildeten Beschauer gemacht hat, wenn es sich des Abends im Westen zeigt, und langsam in die thauige milde Nacht versinkt, — wer hat es nicht schon am frühen Morgen im Osten gesehen, wo es der Vorläufer des jungen Tages wird, im Glanze der Morgenröthe erbleicht, und im Morgenliede von Millionen glücklicher Wesen verschwindet? Es ist nöthig, das schöne Bild nicht vereinzelt aufzufassen, sondern im Zusammenhange mit den begleitenden Erscheinungen, weil man nur dann den vollen Accord der Schöpfung vernimmt und in der ganzen Fülle der beseeligenden Anschauung lebt. Es ist ein Glanzpunkt, wie ihn die irdische Welt zum zweitenmale nicht zeigt, so herrlich, so vollendet schön, daß jedes Gemüth, sobald es sich nur dem vollen Eindrucke hingiebt und Empfänglichkeit für das Schöne besitzt, davon überwältigt wird, und in den reinsten, heiligsten Empfindungen sich aufschwingt in Regionen, die nicht mehr der Erde angehören.

Allein in diesem Leuchten ist keine Beständigkeit zu finden, das herrliche Gestirn — die Venus — verändert seinen Glanz. Oft zeigt sie sich auch unter ungünstigen Umständen, wo sie dann nicht ihren vollen Glanz entwickeln kann. Mehrere Umstände sind daran Schuld. Venus und Erde bewegen sich in fast kreisförmigen Bahnen, und so, daß die Erdbahn die Venusbahn umschließt. Die Venus gebraucht zu einem Umlaufe $224\frac{3}{4}$ Tage, die Erde $365\frac{1}{4}$ Tage. Beide Planeten nähern und entfernen sich abwechselnd, und gehen immer nach einer Zwischenzeit von nahe 584 Tagen an einander vorüber. Da wir nun von der Erde aus abwechselnd die Venus einmal näher, einmal ferner erblicken, so wird uns die Venus in jenem Falle größer, im andern kleiner erscheinen; denn mit der zunehmenden Entfernung nimmt die scheinbare Größe ab. Schon um deßwillen kann uns die Venus nicht immer gleich groß oder gleich glänzend erscheinen.

Allein auch wenn beide Gestirne an einander vorbeigehen, sind sie nicht das eine Mal so weit von einander entfernt als das andere Mal, weil die Bahnen nicht vollkommen kreisförmig sind, und nicht dieselbe Lage behalten. Es wechselt diese Entfernung, und alle acht Jahre sind beide Planeten einander am nächsten. Wenn aber beide Planeten an einander vorbeigehen, wo sie eigentlich am schönsten erscheinen sollten, kann man die Venus gerade nicht sehen; denn sie wendet alsdann der Erde ihre dunkle von der Sonne nicht beleuchtete Seite zu, und bleibt unsichtbar. Man muß so lange warten, bis beide Planeten sich hinlänglich weit von einander entfernt haben und die Venus als Sichel erscheint, wie ein kleiner Mond. Diese wird nach und nach breiter, und nun zeigt sich die Venus glänzend und schön, obgleich sie noch immer Sichel ist. Allmählig wird sie halbvoll, endlich mehr als ein Halbkreis; da sie sich aber zugleich weit entfernt hat, so ist sie scheinbar kleiner geworden, und hat an Größe mehr verloren, als an Beleuchtung gewonnen. Ganz beleuchtet sehen wir sie niemals, weil sie dann mit der Sonne zugleich am Himmel steht und nicht gesehen werden kann.

Es wird nun deutlich sein, warum auch die sichelförmige Erleuchtung der Venus ein bei Weitem schöneres Licht zeigt, wenn sie der Erde möglichst nahe ist, als wenn sie ihr entfernter bleibt, und es muß somit die Venus alle acht Jahre ihren höchsten Glanz entwickeln. Die Dauer desselben ist nicht auf eine

Sie ist mit einer Atmosphäre umgeben. Man schließt dieses mit Sicherheit aus zwei Umständen: 1) die Gränze des Lichts und Schattens ist nicht scharf, sondern verschwimmend, folglich ist Dämmerung auf ihr, folglich auch eine Atmosphäre; 2) Fixsterne verschwinden nicht plötzlich hinter ihr, sondern allmählig. Wolken scheint die Venus nicht zu haben; also hat sie wahrscheinlich auch kein Wasser, keine Meere und Flüsse.

---

ganz kurze Zeit beschränkt, sondern wächst etwa 50 Tage und fällt 20 Tage lang, doch ohne bedeutenden Wechsel. Dennoch können auch Umstände ändernd einwirken. Wenn nämlich die Zeit des höchsten Glanzes in die trüben Monate November, December oder Februar bis April fällt, so werden wir in unsern Gegenden wegen der Bewölkung nicht viel davon wahrnehmen, und selbst wenn der Planet gesehen wird, ist die Atmosphäre doch nicht dunstfrei genug, um das Licht des Planeten in seiner vollen Kraft erscheinen zu lassen.

In diesem Jahre erhält Venus als Abendstern ihren höchsten Glanz um die Zeit des ersten Juni, unter der Voraussetzung, daß die Tage alle gleich klar seien. Da dies nie der Fall ist, so wird der höchste Glanz sich an demjenigen Tage einstellen, welcher der klarste und durchsichtigste ist, und innerhalb der nächsten drei Wochen fällt. Jedenfalls liegt diesmal diese Zeit so günstig, es ist mit so hoher Wahrscheinlichkeit auf helles Wetter zu rechnen, daß die Umstände wohl kaum günstiger gedacht werden können. Schon jetzt leuchtet die Venus in so mächtigem Glanze, daß der Himmel dadurch die prächtigste Zierde erhält.

Sehr wahrscheinlich wird man von den nächsten Tagen an die interessante Erscheinung beobachten können, die Venus am hellen Tage mit bloßen Augen zu sehen. Dies ist zur Zeit des höchsten Glanzes immer möglich, wenn die Venus Abendstern und die Luft sehr rein und klar ist. Schon sehr oft wurde sie am Tage, meist von 4 oder 5 Uhr Nachmittags an, mit bloßen Augen gesehen, oft schon hat das großes Aufsehen, Bestürzung, selbst Aufläufe verursacht, und immer wiederholt sich dieselbe Bestürzung, weil die Sache stets wieder vergessen wird. Mehrere alte Schriftsteller erwähnen schon der Beobachtung. Maestlin hatte sie schon vor mehr als 250 Jahren ohne Fernröhre an einer Reihe von Tagen stundenlang gesehen. 1603 erblickte Kepler die Venus als Abendstern in ganz ungewöhnlicher Größe. Im Jahre 1609 wurde sie in ganz Frankreich sehr deutlich bei Tage gesehen. Im Jahre 1630 sahen viele Personen die Venus ohne Hülfe eines Glases, selbst das Volk war durch ihr Erscheinen aufgeregt, und schwatzte viel von dem Poetsterne, weil einige gemeint hatten, der erschienene Stern sei ein neuer Kometstern. Wilhelm Schickard, Professor zu Tübingen, untersuchte die Sache näher, und er schließt seine Berechnung mit den Worten: „da haben wirs erdapt. Spriche demnach kecklich, daß es kein neuer Stern, sondern die uralte Venus gewest seie." — 1716 staunte das Londoner Volk die bei Tage sichtbare Venus als ein Wunder an. In ähnlicher Art ließe sich das Verzeichniß noch lange fortsetzen, wenn es nöthig erschiene. Wir wollen nur erwähnen, daß im Jahre 1798, Ende Januar und Anfangs Februar, das Publikum von Paris in eine schreckhafte Aufregung durch die am Tage erscheinende Venus gerieth, die beinahe zu einer Revolution in der Revolution geführt hätte, obgleich Lalande ihr Erscheinen zuvor mit den Worten angekündigt hatte: Venus sera visible en plein jour après midi.

Jedenfalls ist es ein interessanter Anblick, einen Stern bei Tage zu sehen. Freilich macht er am Tage nicht jenen glänzenden Effect wie in der Nacht; aber in demselben Maaße, als das Tageslicht abnimmt, in demselben tritt er immer feuriger und glänzender hervor, bis er endlich wahrhaft im höchsten Glanze leuchtet."

Durch gute Fernröhre entdeckt man in den dunklen, nicht erleuchteten Theilen, nach Verhältniß oft weit von der Lichtgränze, helle Stellen oder Punkte. Diese können nicht wohl etwas Anderes sein als Spitzen hoher Berge, deren Gipfel von der untergehenden Sonne z. B. noch beschienen wird, nachdem ihr Fuß bereits längst in Dunkelheit begraben liegt. Die Entfernung dieser Lichtpunkte von der Lichtgränze giebt das Mittel an die Hand, ihre Höhe zu erschließen. Die Venus hat Berge, die vielleicht 4—6mal so hoch sind als die höchsten Berge der Erde, z. B. der Chimborasso, der Dhawalagiri, der Kuntschindjinga.

Sie dreht sich in ungefähr 24 Stunden um die Achse. Ihre Tageszeiten sind also denen der Erde fast gleich. Die Lage ihrer Achse ist noch nicht bekannt, folglich kann man über die Beschaffenheit der Jahreszeiten noch nicht urtheilen. Jede Jahreszeit dauert $\frac{224}{4} =$ 56 Tage. Ist die Neigung des Aequators gegen die Bahn nach Schröter wirklich 72°, also sehr groß, so ist der Unterschied ihrer Jahreszeiten sehr bedeutend. — Ein Menschenauge würde auf der Venus die Erde in der größten Nähe 6—8mal so groß sehen, als wir die Venus sehen, und in vollem Licht (Vollerde) in 6—8mal so starkem Lichte.

Die Durchgänge der Venus durch die Sonnenscheibe sind für die Astronomie sehr wichtige Erscheinungen. Denn sie dienen nicht bloß zu genauen geographischen Orts- (Längen-) Bestimmungen, sondern auch dazu, die Entfernung der Erde von der Sonne mit Genauigkeit zu bestimmen. Davon hängt dann wieder die Bestimmung der Entfernung der übrigen Planeten und vieles Andere ab. Wie diese Rechnungen angestellt werden, kann hier nicht angegeben werden; sie setzen streng-mathematische Bestimmungen voraus. (Siehe Kap. VII.!) Wir müssen uns hier damit begnügen, zu wissen, daß die Astronomen die Entfernungen zu bestimmen im Stande sind, und daß die Venus ihnen dazu als Mittel dient. An dem Himmel ist Manches leichter zu entdecken als auf der Erde selbst, und was dem, der von nichts weiß, unglaublich, unmöglich vorkommt, ist dennoch — wahr. Der nur 5 Fuß hohe Mensch bestimmt die Entfernungen und Größen der Himmelskörper mit Sicherheit. Gott hat dem Menschen sein Ebenbild anerschaffen. Nicht nur in Betreff des Willens, sondern auch in Betreff der Erkenntniß kann der Mensch Gott ähnlich werden. Der menschliche Geist triumphirt über Raum und Zeit, mehr am Himmel als auf der Erde, aber jetzt auch auf der Erde mehr als sonst.

Die Durchgänge der Venus durch die Sonne sind übrigens viel (8mal) seltener als die des Mercur. In dem laufenden Jahrhundert werden nur noch zwei stattfinden, 1874 Dec. 8. und 1882 Dec. 6.

4. Vom Mars ♂.

Der Mars erscheint nie in Sichelgestalt wie Mercur und Venus, tritt nie zwischen Sonne und Erde, wohl aber in Opposition mit der Sonne, muß also weiter von der Sonne entfernt sein als die Erde. Er ist der erste der oberen Planeten. Seine mittlere Entfernung von der Sonne ist 32 Millionen Meilen. Die Excentricität seiner Bahn ist sehr groß. Daher kann es kommen, daß seine kleinste Entfernung von der Erde nur 7, seine größte dagegen 54 Millionen Meilen beträgt. Sein Durchmesser ist 892 (900) geogr. Meilen, etwas mehr als $\frac{1}{2}$ des Erddurchmessers, sein Volum in runder Zahl $\frac{1}{7}$ des Volums der Erde.

Seinen Umlauf um die Sonne vollendet er in 686 Tagen, also mit einer Bogengeschwindigkeit von $3\frac{2}{3}$ Meilen in der Secunde. Seine Masse und Dichtigkeit sind schwer zu bestimmen. Denn da er keinen Trabanten hat, aus dessen Anziehung man auf seine Masse und Dichtigkeit schließen könnte, so bleibt nichts übrig, als seinen schwachen Einfluß auf die Erde zu berücksichtigen, der in kleinen Störungen ihres Laufes besteht. Danach scheint seine Masse $\frac{1}{7}$ der Erdmasse, seine Dichtigkeit $\frac{4}{5}$ der mittleren Dichtigkeit der Erde zu betragen. Wenn dieses so ist, so fällt ein Körper auf seiner Oberfläche in der ersten Secunde nur 7 Fuß.

Der Mars ist kenntlich an der röthlichen Farbe, in der er strahlt *). Mit guten Fernröhren bemerkt man Flecke auf oder über seiner Oberfläche, durch deren Bewegung man auf eine Achsendrehung in etwas mehr als 24 Stunden geschlossen hat. Die 4 der Sonne nächsten Planeten bewegen sich demnach fast in gleicher Zeit um ihre Achsen, während die entfernteren sich viel schneller umdrehen, dagegen aber langsamer auf ihren Bahnen sind.

Mit Sicherheit kennt man seine Atmosphäre nicht. Dagegen schließt man auf große Eismassen an den Polen seiner Achse. Denn

---

*) Der Anblick des Mars, auf welchem das Auge des Menschen wegen seines hellglänzenden, röthlichen Scheines so gern verweilt, ist tief belehrender. Siehe, Mensch, so, wie er, schwebt dein Wohnplatz, die Erde, an dem Himmel; sie ist nicht mehr als jener da droben!

Dem Kinde und dem ihm gleichen rohen Naturmenschen erscheint die Erde als das Universum; für den Gebildeten verläßt die Erde diese Stellung und Würde, die Einsicht schleudert sie in den Himmelsraum und ihn selbst mit ihr (!). —

man bemerkt an dem Ende derselben, welches der Sonne längere Zeit abgewandt gewesen ist, d. h. an dem Ende der Polarnacht, einen runden, blendend weißen Fleck, der allmählig bei wiederkehrendem Sommer sich wieder vermindert und bis auf einen kleinen Raum am Pol wieder verschwindet, welches Minimum etwa 30 Tage nach dem höchsten Sonnenstande eintritt. Diese Wahrnehmungen stehen in solcher Harmonie mit ähnlichen auf der Erde, daß wir mit Sicherheit sagen können: das ist Eis und Schnee. Der Mars ist also auch von einer Atmosphäre umgeben, es bilden sich Niederschläge in derselben, er ist also in dieser Hinsicht ein der Erde sehr ähnlicher Körper. Verschiedene, wechselnde Färbungen auf der Oberfläche lassen auf das Dasein einer mit den Jahreszeiten veränderlichen Pflanzendecke schließen. Diese Jahreszeiten sind wegen der bedeutenden Excentricität seiner Bahn verschieden. Die Nordhalbkugel hat einen langen, aber kühlen Sommer, die Südhalbkugel dagegen einen kurzen und heißen Sommer und einen langen und strengen Winter. — Die Neigung seines Aequators gegen seine Bahn beträgt 28°. Von der Sonne wird er nur halb so stark beleuchtet als die Erde, und sein Licht trifft die Erde so, daß erst 9000 Mill. Marskugeln ein Licht auf der Erde hervorbringen würden, das dem Lichte des hellen Mittags gleich kommt.

5. Von den Asteroiden oder Planetoiden.

Theilt man die Entfernung des Saturn von der Sonne in 100 gleiche Theile, so ist die Entfernung der Planeten von der Sonne, in diesen Theilen ausgedrückt, folgende:

Mercur	4
Venus	4 + 1.3
Erde	4 + 2.3
Mars	4 + 4.3
Jupiter	4 + 16.3
Saturn	4 + 32.3
Uranus	4 + 64.3

Betrachtet man diese Zahlen, so gewahrt man mehr als Zufall — ein fortschreitendes Gesetz. Der Factor, mit welchem 3 multiplicirt wird, ist bei dem folgenden Planeten doppelt so groß, als bei dem vorhergehenden; nur von Mars auf Jupiter ist er das Vierfache. Stände noch ein Planet zwischen Mars und Jupiter, so wäre die Reihe vollständig.

Daher soll außer Andern auch schon Kepler vermuthet haben,

daß in dem Raume zwischen Mars und Jupiter noch ein Planet entdeckt werden würde.

Diese prophetische Vermuthung wurde im Anfange des jetzigen Jahrhunderts bestätigt, indem zwischen Mars und Jupiter nicht ein, sondern vier kleine Planeten entdeckt wurden. Der deutsche Astronom Olbers fand mit Fernröhren die Pallas und Vesta (28. März 1802 und 29. Mai 1807), der Deutsche Harding die Juno (1. Septbr. 1804), der Italiener Piazzi (und zwar zuerst, am ersten Tage des neuen Jahrhunderts, 1. Januar 1801) die Ceres. Von ihnen ist die mittlere Entfernung der Vesta von der Sonne am kleinsten: 49 Millionen Meilen, der Juno 55, der Ceres und Pallas 57. Ihre Bahnen sind sehr excentrisch. Die mittlere Entfernung beträgt in obigen Verhältnißzahlen 4 + 8 . 3. Zugleich sind sie sehr klein. Sie heißen daher auch Asteroiden, auch telescopische Planeten (Planetoiden), weil sie mit bloßen Augen kaum gesehen werden können. Vesta scheint einen Durchmesser von 66, Pallas von 146 Meilen zu haben. Mit bloßen Augen sind nur zuweilen Ceres und Vesta von geübten Augen als Sterne sechster Größe zu schauen, und zwar wegen ihres besonderen Lichtes, als strahle das Sonnenlicht von ihrer Oberfläche wie von Diamantflächen zurück.

Auf ihren Bahnen, die sie im Durchschnitt in 4 Jahren zurücklegen, können sie einander sehr nahe kommen, z. B. Ceres und Pallas bis auf 1½ Millionen Meilen, Vesta und Ceres bis auf 2 Millionen. Einige haben schließen wollen, daß sie Theile eines einzigen, durch innere Kräfte zersprengten Planeten seien (?), und daß vielleicht, außer den 4, noch andere Reste dazu gehörten, die vielleicht nur wegen ihrer Kleinheit nicht gesehen werden können*).

Juno und Pallas entfernen sich am weitesten von der Ekliptik, Pallas sogar beinahe 36°. Dadurch hat der alte Thierkreis, 20° breit, als eines Gürtels, innerhalb welches sich die Planeten im Allgemeinen halten, seine Bedeutung verloren. Sie gleichen dadurch, so wie wegen ihrer länglichen Bahnen, den Kometen. Nicht minder dadurch, daß sie zuweilen in Nebel eingehüllt erscheinen, der ihren Kern unsichtbar macht. Man schließt daraus auf gewaltige Veränderungen in ihren Atmosphären.

So, wie bisher geschildert, standen die Sachen 38 Jahre lang bis zum Jahre 1845. Da wurde die vorher ausgesprochene Ver-

---

*) John Herschel erklärt (mit Recht) obige Meinung (von Olbers) für einen astronomischen Traum. Mehr hat die Meinung für sich, daß sie Trümmer eines zersprengten Nebelringes seien. —

muthung, daß der Asteroiden noch mehr sein könnten, zur Gewißheit erhoben. Mit Recht hatten sich die Astronomen längst darüber gewundert und es für eine Merkwürdigkeit erklärt, daß, nachdem in den ersten 7 Jahren des Jahrhunderts 4 neue Planeten entdeckt waren, in den letzten 38 Jahren nichts der Art mehr gefunden worden. Aber plötzlich verschwand diese „Merkwürdigkeit". Zu den angeführten 4 kleinen Planeten wurden schnell hinter einander 4 neue hinzugefunden.

1. Am 18. Dec. 1845 beobachtete ein Privatmann, der Postsecretär Henke in Driesen in der Neumark, einen kleinen Stern von 8ter bis 9ter Größe in dem Sternbilde des Stieres, und entdeckte an ihm eine sehr eigene, merkliche Bewegung, welche die Fixsterne nicht haben und die ihn schließen ließ, daß es ein Planet sei. Die Vermuthung bestätigte sich sofort durch eine Reihe von Beobachtungen auf verschiedenen Sternwarten. Der neue Planet erhielt von Encke in Berlin den Namen Asträa; Henke gab ihm das Zeichen eines umgekehrten Ankers ⚓. Er bewegt sich in einer Bahn von $5\frac{1}{3}^{0}$ Neigung gegen die Erdbahn, in einer Entfernung von 53 Mill. Meilen in $4\frac{1}{7}$ Jahren (1508—1524 Tagen) um die Sonne. Er gehört zu der Gruppe der Asteroiden und ist, wie diese, sehr klein.

2. Am 1. Juli 1847 entdeckte derselbe ein 6tes Glied der Asteroiden-Familie. Gauß in Göttingen gab ihm den Namen Hebe und ihr Zeichen ist ⊻ (ein Becher). Die Hebe, von der Lichtstärke eines Sternes 9ter Größe, bewegt sich in einer Entfernung von 50 Millionen Meilen unter einer Neigung von $14\frac{1}{2}^{0}$ ($14^{0}\ 38'\ 59''$) in 3 Jahren $8\frac{1}{2}$ Monaten (1350 Tagen) um die Sonne.

3. Am 13. August 1847 entdeckte Hind in London in dem Sternbild des Schützen in einem Sternchen von 8—9ter Größe einen kleinen Planeten, dem er, unter Zustimmung der übrigen Astronomen, den Namen Iris ertheilte und ihm das Zeichen des Regenbogens mit einem Sternchen darin verlieh ⌓. Er läuft unter einer Neigung von $5\frac{1}{2}^{0}$ ($5^{0}\ 29'\ 56''$) in einer Entfernung von 49 Millionen Meilen in $3\frac{4}{7}$ Jahren (1330—1370 Tagen) um die Sonne.

4. Am 18. Oct. d. J. entdeckte derselbe in einem Sternchen von 9ter Größe zwischen Stier und Orion einen kleinen Planeten, welchem Herschel d. J. den Namen Flora gab und ihn durch ⚘ (eine Blume) bezeichnete. Seine mittlere Entfernung von der Sonne beträgt in runder Zahl 46 Millionen Meilen, seine Umlaufszeit um die Sonne etwas mehr als 3 Jahre.

Am Schlusse des Jahres 1847 kannte man demnach 8 Asteroiden, welche in folgender Reihe um die Sonne kreisen:

Namen.		Entfernung.	Umlaufszeit.
1.	Flora ⚘	46 Mill. M.	3 Jahre +
2.	Vesta ⚶	48 =	3 = 229 T.
3.	Iris ⚵	49 =	3 = 235 =
4.	Hebe ⚸	50 =	3 = 265 =
5.	Asträa ♆	53 =	4 = 52 =
6.	Juno ⚵	55 =	4 = 131 =
7.	Ceres ⚳	57 =	4 = 223 =
8.	Pallas ⚴	57 =	4 = 225 =

Von diesen 8 sind 5 von Deutschen, 1 von einem Italiener, 2 von einem Engländer entdeckt worden.

So standen die Sachen im Jahre 1848, als die dritte Auflage dieses Buches gedruckt wurde. Jetzt, 1860, sind wir in der Kenntniß des Planetensystems wieder weiter vorgerückt. Es sind nämlich inzwischen noch neue Asteroiden entdeckt worden, welche sämmtlich zu der Gruppe der übrigen gehören.

Wir wollen nun die neuen Planeten-Entdeckungen seit 1845 (mit Ausnahme des Neptun) übersichtlich zusammenstellen!

1845	durch	Henke in Driesen	der Planet	Asträa ♆
1847	=	Henke = =	= =	Hebe ⚸
=	=	Hind in London	=	Iris ⚵
=	=	Hind =	=	Flora ⚘
1848	=	Graham in Makree in Irland	=	Metis ⊕
1849	=	de Gasparis in Neapel	=	Hygiea ⚕
1850	=	de Gasparis =	=	Parthenope ⚘
=	=	de Gasparis =	=	Egeria ⊚
=	=	Hind in London	=	Victoria*)
1851	=	Hind =	=	Irene
=	=	de Gasparis in Neapel	=	Eunomia
1852	=	de Gasparis =	=	Psyche
=	=	Luther in Bilk	=	Thetis
=	=	Hind in London	=	Melpomene
=	=	Hind =	=	Fortuna
=	=	de Gasparis in Neapel	=	Massalia
=	=	Goldschmidt in Paris	=	Lutetia
=	=	Hind in London	=	Calliope
=	=	Hind =	=	Thalia
1853	=	de Gasparis in Neapel	=	Themis

*) Die Nordamerikaner nahmen, da Victoria nicht bloß die römische Siegesgöttin, sondern auch eine Königin bezeichnet, diesen Namen nicht an, sondern nennen den Planeten Klio.

1853	durch	Chacornac in Marseille	der Planet	Phokäa
"	"	Luther in Bilk	"	Proserpina
"	"	Hind in London	"	Euterpe
1854	"	Luther in Bilk	"	Bellona
"	"	Marsch in London	"	Amphitrite
"	"	Hind in London	"	Urania
"	"	Ferguson in Washington	"	Euphrosyne
"	"	Goldschmidt in Paris	"	Pomona
"	"	Chacornac in Paris	"	Polyhymnia
1855	"	Chacornac "	"	Circe
"	"	Luther in Bilk	"	Leucothea
"	"	Goldschmidt in Paris	"	Atalante
"	"	Luther in Bilk	"	Fides
1856	"	Chacornac in Paris	"	Leda
"	"	Chacornac "	"	Lätitia
"	"	Goldschmidt "	"	Harmonia
"	"	Goldschmidt "	"	Daphne
"	"	Pogson in Oxford	"	Isis
1857	"	Pogson "	"	Ariadne
"	"	Goldschmidt in Paris	"	Nysa
"	"	Goldschmidt "	"	Eugenia
"	"	Pogson in Oxford	"	Hestia
"	"	Luther in Bilk	"	Aglaja
"	"	Goldschmidt in Paris	"	Doris
"	"	Goldschmidt "	"	Pales
"	"	Ferguson in Washington	"	Virginia
1858	"	Laurent in Nismes	"	Nemausa
"	"	Goldschmidt in Paris	"	Europa
"	"	Luther in Bilk	"	Kalypso
"	"	Goldschmidt in Paris	"	Alexandra
"	"	Searly in Albany	"	?

Summa bis jetzt 55 Planetoiden (nach Zeitungsnachrichten sind wieder 2 hinzugekommen), die man jetzt nicht mehr wie früher emblemartig oder symbolisch mit Zeichen, sondern der leichteren Darstellung wegen mit Ziffern bezeichnet, z. B. Ceres mit ①, Pallas ② u. s. w. nach der Zeit ihrer Entdeckung. Sind ihrer jetzt 55, so kommen in Betreff der Entdeckung auf Deutschland 12, Italien 8, Frankreich 17, England 15, Amerika 3. —

Sehr merkwürdig ist die Lage ihrer Bahnen gegen einander; sie greifen zum Theil wie Kettenringe in einander, jedoch ohne einander in ihrem Laufe zu verwirren. Man kann sich die Bahnen

derselben durch Reifen vorstellen, die zum Theil so liegen, daß sie von einander abgehoben werden können, zum Theil nicht.

Der Astronom d'Arrest hat in dieser Beziehung die unten genannten (13) Asteroiden untersucht und folgende Constellationen von in einander greifenden oder kettenartigen und von umschließenden oder abgesonderten (isolirten) Bahnen gefunden*).

Hauptbahn.	I. System. Kettenringe.	II. System. Isolirte Bahnen.
Hygiea	Iris	11
Ceres	Hebe, Juno	10
Parthenope	Asträa, Flora, Vesta, Iris, Juno, Victoria, Pallas	5
Pallas	Parthenope, Iris, Metis, Flora, Hebe, Victoria, Juno	5
Egeria	Asträa, Victoria, Iris, Metis, Flora, Juno, Hebe	5
Vesta	Hebe, Juno, Victoria, Flora, Metis, Iris, Asträa, Parthenope	4
Flora	Vesta, Victoria, Pallas, Egeria, Metis, Iris, Asträa, Parthenope	4
Iris	Victoria, Flora, Metis, Vesta, Hebe, Egeria, Pallas, Parthenope	4
Asträa	Flora, Vesta, Metis, Juno, Hebe, Victoria, Egeria, Parthenope	4
Hebe	Asträa, Iris, Metis, Vesta, Victoria, Ceres, Juno, Egeria, Pallas	3
Juno	Parthenope, Metis, Vesta, Asträa, Victoria, Ceres, Hebe, Pallas, Egeria	3
Metis	Flora, Vesta, Victoria, Hebe, Juno, Egeria, Pallas, Iris, Asträa	3
Victoria	Juno, Hebe, Egeria, Pallas, Vesta, Flora, Metis, Iris, Asträa, Parthenope	2

Wenn die übrigen Asteroiden mit in Betracht genommen werden, so wird die Sache noch anders aussehen. Wir haben das Vorstehende nur als Beispiel aufgenommen, um die merkwürdige Lage der Bahnen dieser Planeten zu veranschaulichen.

---

*) Für einen mechanischen Künstler wäre es eine Aufgabe, ein Modell dieser so gestalteten Bahnen zu entwerfen. Carrington in Durham soll ein solches dargestellt haben.

Wahrscheinlich sind noch nicht alle Planetoiden aufgefunden, indem sie sehr klein sind, und oft für schwachleuchtende Fixsterne gehalten werden, bis ein Astronom sie seiner besondern Aufmerksamkeit würdigt und die ihnen eigene Bewegung bemerkt, woraus ihre planetarische Natur erkennbar wird. Wollte man die Bahnen aller Planetoiden durch zwei Ringe, deren Mittelpunkt die Sonne wäre, begränzen und einschließen, so müßte man dem einen eine Entfernung von 37 Millionen Meilen von der Sonne, dem andern von 79 Mill. Meilen geben, indem sie in einer Region von 42 Mill. Meilen Breite kreisen. Nach dem Mars zu scheinen sie dichter gedrängt zu stehen als nach dem Jupiter. Natürlich ist ihre Entfernung von der Erde je nach ihrem Stande sehr ungleich — 18 bis 100 Mill. Meilen. Ob sie um ihre Achsen rotiren, ist noch nicht bekannt. Auch diese Schwärme von Planeten alteriren den sichern Bestand des Sonnensystems nicht. —

6. Vom Jupiter ♃.

Ein schöner Stern. Er glänzt in hellgelbem Licht. Mit bloßem Auge sieht man seine Scheibe. Zu Zeiten übertrifft er die Venus an Glanz. Sein Jahr beträgt 11 Erdjahre und 315 Tage. Seine mittlere Entfernung von der Sonne beträgt 108 Millionen Meilen. Er bewegt sich in einer fast runden Bahn. Sein Durchmesser ist 11—12, seine Oberfläche 130, sein Volum etwa 1400mal so groß als das der Erde. Er ist der größte aller Planeten. Die Dichtigkeit seiner Masse ist noch nicht $\frac{1}{4}$ der Erddichtigkeit. Ein Körper, welcher auf der Erde 1 Pfund wiegt, wiegt auf dem Jupiter $2\frac{1}{2}$ Pfund. Demnach hat er 3mal so viel Masse als alle anderen Planeten zusammen.

Jupiter dreht sich in 10 Stunden um seine Achse, folglich verhältnißmäßig und ungeachtet seiner Größe sehr schnell. Dadurch entsteht eine starke Abplattung an den Polen ($\frac{1}{14}$), welche an jedem der beiden Pole etwa 700 Meilen beträgt. Auf seiner Oberfläche bemerkt man durch Fernröhre bedeutende Streifen, seinem Aequator fast parallel, deren Natur sehr veränderlich zu sein scheint. Der Hauptstreifen sind zwei mit einem geringen Raum zwischen beiden (2^0 — 3^0 der Jupiterskugel, 320 — 480 Meilen); die kleineren Streifen, nördlich und südlich von jenen, sind schmal. Die Beschaffenheit und die Zahl derselben ist veränderlich. Sind es tropische Regen, Wolkenschichten? Seine Dichtigkeit nimmt von Innen nach Außen so stark ab (wäre dieses nicht, so müßte seine Abplattung noch größer sein), daß das auf seiner Oberfläche vielleicht be-

findliche Fluidum die Dichtigkeit unsers Wassers nicht erreichen oder nur wenig übertreffen kann. Aller Wahrscheinlichkeit nach hat er eine Atmosphäre.

Die Neigung seines Aequators gegen die Bahn oder Schiefe seiner Ekliptik beträgt nur 3 Grad. Der Unterschied der Tages- und Jahreszeiten ist dort also unbedeutend. Dagegen muß der Unterschied der physikalischen Klimate sehr groß sein. Den Polbewohnern erhebt sich die Sonne während ihres Sommers nur 3 Grad über den Horizont. Ein Menschenauge würde auf dem Jupiter die Sonne 27mal so klein sehen als auf der Erde. Das Sonnenlicht und die Sonnenwärme haben also auf dem Jupiter die Bedeutung nicht wie auf der Erde. Da er sich in beinahe 12 Jahren um die Sonne dreht, so dauert jede Jahreszeit daselbst 3 unserer Jahre, die Nacht an den Polen also 6 unsrer Jahre. Dagegen dauert an den Orten, welchen die Sonne täglich auf- und untergeht, der Tag nur 5 unsrer Stunden.

Er ist von 4 Trabanten umgeben, die sich mit ihm um die Sonne bewegen und fast täglich Finsternisse hervorbringen. Denn sie bewegen sich alle sehr nahe in der Ebene des Aequators des Jupiter und sehr rasch herum. Der erste in $1\frac{3}{4}$, der zweite in $3\frac{1}{2}$, der dritte in $7\frac{1}{8}$, der vierte in $16\frac{2}{3}$ Tagen. Die drei ersten werden bei jedem Umlaufe vom Jupiter verfinstert, der vierte geht zuweilen über oder unter dem Schatten her. Sie verursachen für die Jupitersbewohner eben so häufig Sonnenfinsternisse. Man sieht dann von der Erde aus die Schatten der Trabanten in Gestalt von runden, schwarzen Scheibchen auf dem Jupiter hinziehen. Mondsfinsternisse erblickt man auf dem Jupiter während eines seiner Jahre gegen 4400, von welchen in einer bestimmten Gegend der Aequatorzone etwa 2000 gesehen werden. Die Dauer der Mondsfinsternisse ist 2 — 3 Stunden, die der Sonnenfinsternisse für einen einzelnen Punkt 5 — 10 Minuten. Zu Längenbestimmungen auf der Erde, besonders auf dem Meere, ist das Jupitersystem vorzüglich wichtig geworden, und sie haben — wie oben angegeben — die Veranlassung zur Berechnung der Geschwindigkeit des Lichts geboten. Der nächste von den Trabanten ist nicht ganz 6 Jupiterhalbmesser von seinem Mittelpunkte entfernt, während unser Mond 60 Erdhalbmesser von uns entfernt ist. Sie sind sämmtlich größer als der Mond, würden aber wegen ihrer Entfernung (58, 93, 148 und 260 Tausend Meilen) außer dem ersten einem Menschenauge auf dem Jupiter kleiner erscheinen, als uns der Mond. Sie drehen ihrem Hauptplaneten stets dieselbe Seite zu. Ihre Umdrehungszeiten sind also ihren Umlaufszeiten gleich. — Alle Verhältnisse müssen dort von den unsrigen

sehr abweichen. Die Erscheinungen der 4 Trabanten, die zuweilen alle 4 zugleich (manchmal aber auch gar keiner) am Himmel gesehen werden, gewähren ohne Zweifel den Jupitersbewohnern das reizendste Schauspiel.

Stellte die Sonne plötzlich ihr Regiment dadurch ein, daß sie ihre Anziehungskraft einbüßte, so würde Jupiter durch seine bedeutende Masse sämmtliche Planeten und Kometen nöthigen, um ihn zu kreisen; die Erde würde aber diesen Kreis erst in 380 Jahren vollenden.

Die etwaigen Bewohner des dem Jupiter nächsten Mondes erblicken seine Scheibe in einer Ausdehnung, deren Durchmesser 40mal, deren Fläche also $40 \times 40 = 1600$mal so groß ist als der Durchmesser und die Fläche der Sonnenscheibe von der Erde aus. Und da die Sonne auf dem ersten Monde 30mal kleiner aussieht als bei uns, so ist es wahrscheinlich, daß seine Bewohner den Jupiter für den Hauptkörper des ganzen Sonnensystems erachten.

Mit unbewaffneten Augen kann man von der Erde aus die Jupitersmonde nicht sehen. Galilei war der erste Mensch, der sie erblickte. Die erhebende Erinnerung an diesen geistigen Genuß verließ ihn in seinen Leidenstagen nicht bis zur letzten Stunde. —

7. Vom Saturn ♄.

Er erscheint in mattem, weißem Lichte. Dann ist er daran leicht kenntlich, daß er in demselben Sternbilde $2\frac{1}{2}$ Jahre verweilt, folglich sehr langsam fortschreitet. Seine Umlaufszeit um die Sonne in einer Entfernung von nahe 200 (197) Millionen geographischer Meilen ist in runder Zahl 29 Jahre. Die Oberfläche der Sonne erscheint ihm 90mal so klein als der Erde, weshalb die Beleuchtung auf ihm, mit der Erdbeleuchtung verglichen, schwach, aber immer noch 1000mal stärker als unser Vollmondschein ist. Seine Entfernung von der Erde ist begreiflicher Weise höchst ungleich.

Nach Jupiter ist er der größte Planet; er hat im Durchmesser 15800 Meilen, übertrifft also darin die Erde um das 9fache, in der Oberfläche um das 90fache, in dem Cubikinhalt um das 770fache. Seine Masse ist 100mal die Erdmasse; folglich ist seine Dichtigkeit gering, nur $\frac{1}{8}$ der Dichtigkeit der Erde, ungefähr die doppelte des Korkholzes. Kein andrer Planet hat eine so lockere Masse. Dennoch wiegt wegen der Größe des Saturn ein Pfund auf der Erde dort $1\frac{9}{100}$ Pfund.

Auf seiner Oberfläche bemerkt man mit den besten Fernröhren Streifen, parallel mit dem Aequator, wie auf dem Jupiter. Auch

scheint er eine Atmosphäre zu haben, in der sich große Revolutionen zutragen. Er dreht sich in 10½ Stunden um die Achse, hat daher eine bedeutende Abplattung an den Polen, (den 11ten Theil des Durchmessers), die in dem Winter, der 14½ Erdjahre dauert, von Eismassen bedeckt zu sein scheinen.

Das Merkwürdigste an dem Saturn sind die beiden (nach Andern drei)*) Ringe, die ihn umgeben. Fig. 41.

Der äußere Halbmesser des äußeren Ringes beträgt in runden Zahlen	19000	Meilen.
Der innere " " "	16800	"
Der äußere Halbmesser des innern	16400	"
Der innere " " "	12700	"
Der Halbmesser Saturns	8500	"
Breite des äußeren Ringes	2000	"
Breite des inneren Ringes	3800	"
Breite des Zwischenraums	400	"

Die Dicke des äußersten Ringes scheint 30 geographische Meilen nicht zu übersteigen; der innere Ring ist nicht nur breiter, sondern auch heller.

Sie sind dunkel, wie Saturn selbst, und erhalten ihr Licht von der Sonne. Man bemerkt den Schatten des Saturn auf den Ringen, der Ringe auf Saturn.

Der Ring oder die Ringe des Saturn liegen in der Ebene seines Aequators, welcher gegen die Ebene der Ekliptik um 2½° geneigt ist und mit seiner Bahn einen Winkel von 27° macht. Deßhalb wendet er in seinem Lauf bald den einen, bald den andern Pol der Erde zu, und darum erscheint derselbe, von der Erde aus gesehen, in der Regel als eine Ellipse, und zwar als eine veränderliche, niemals als ein Kreis. Hält man eine kleine Kugel in einen Ring, und dessen Fläche so, daß eine gerade Linie von dem Auge auf die Ebene des Ringes schief auffällt, und beleuchtet beide durch ein Licht, so erhält man eine Anschauung von der Erscheinung. Läßt man bei Abend ihre Schatten auf eine Wand fallen, so ist die Erscheinung noch deutlicher. Zu beiden Seiten des Saturn ragen die Theile der Ringe meist wie Henkel hervor. Der Ring kann deßhalb auch als gerade Linie erscheinen und thut es. Man sieht

*) Der in dieser Beziehung stattgehabte Streit scheint durch das in Wandsworth in England aufgestellte berühmte Craigh'sche Fernrohr erledigt zu sein. Durch dasselbe hat man einen dritten, schiefer- oder aschfarbigen Ring wahrgenommen, und zwar, zwischen dem Saturn und dem inneren Ringe, den dritten Theil dieses Raumes erfüllend. Er scheint durchsichtig zu sein und einen Abstand von etwa 2000 Meilen vom Saturn zu haben.

dann nur einen zarten Lichtstreifen, jedoch nur in den stärksten Fernröhren, in der Verlängerung der Aequatorebene des Planeten.

Die Ringe scheinen bedeutende Erhöhungen zu haben, vielleicht von einer Höhe von 200 bis 300 Meilen. Weil dieselben sich nicht auf den Saturn stürzen, so muß man annehmen, daß sie sich um eine Achse drehen, d. h. in Schwingung beharren. Die Zeit dieser Achsendrehung scheint mit der Zeit der Achsendrehung des Saturn zusammenzufallen. Durch diese Achsendrehung, d. h. die dadurch entstehende Centrifugalkraft, kann Gleichgewicht entstehen mit der Centripetalkraft. Man kann sich den Ring als eine zusammenhängende Reihe von Planeten denken, die um den Hauptplaneten herumkreisen, und man kann die Ringe mit zusammenhängenden Brückenbogen vergleichen. In der mittleren Entfernung der Ringe würde sich ein Nebenplanet nach den Gesetzen der Anziehungs- und Schwungkraft um den Hauptplaneten herumschwingen*). — Die Erscheinungen desselben sind für die Saturnbewohner höchst verschieden. Es kommt dabei darauf an, wo sie wohnen, ob auf dem Aequator, auf den Polen oder in mittleren Breiten. Einem Theile derselben (ihr Dasein vorausgesetzt) gewähren die Ringe das Schauspiel eines oder mehrerer großen, am Himmel ausgespannten, fast immer in gleicher Stellung verharrenden und von einer Gegend des Horizontes zur andern reichenden, erleuchteten Bogen. Einem andern Theile der Bewohner verursachen dagegen die Ringe Sonnenfinsternisse, deren Dauer 15 unsrer Jahre beträgt.

Jenseits des Ringes umkreisen noch 8 Trabanten den Saturn. Ob diese alle ihn verfinstern und er sie, wissen wir nicht genau. Sie drehen sich in der Zeit von 1 bis 79 Tagen um ihn herum und wahrscheinlich in derselben Zeit um ihre Achsen, und werden, nach der Analogie mit den bisher betrachteten Trabanten, dem Hauptkörper stets dieselbe Seite oder Hemisphäre zukehren. Man kann dieses als ein allgemeines Naturgesetz ansehen.

---

*) Ueber die Entstehung des Weltwunders der Ringe giebt es nur Muthmaßungen. Erinnert man sich des oben angegebenen Versuchs Plateau's, so kann man sich die Sache so vorstellen:

Gesetzt — wie wahrscheinlich — die Masse des Saturn war, wie die der Erde, ursprünglich in flüssig feurigem Zustande, so mußte die Masse bei der schnellen Achsendrehung eine sehr große Ausdehnung annehmen, am Aequator die größte. Die allmählige Abkühlung ging am schnellsten in der Aequatormasse vor sich, und sie erstarrte, während die übrigen Massen noch flüssig blieben. Verdichteten sich diese nun auch allmählig, so konnte es geschehen, daß die starr gewordenen Aequatormassen stehen blieben — als Ring oder Ringe, während die Kugel sich zusammenzog und verkleinerte. Die Mehrheit der Ringe scheint diese Hypothese zu bestätigen. —

Zusatz. Da das Saturnsystem wegen seiner Ringe eine größere Mannigfaltigkeit von Erscheinungen darbietet, als irgend einer der andern Planeten, so wollen wir hier noch einen Theil derselben aufzählen.

Während seines Umlaufs um die Sonne dreht sich Saturn 24591mal um sich selbst, so daß sein Jahr 24591 Tage hat, und so lange währt wie 10759 Erdentage oder 29½ unserer Jahre. Aber viele Tage gehen verloren und werden in Nacht verwandelt durch die Finsternisse, welche die Ringe auf dem Saturn hervorbringen.

Da sein Aequator mit seiner Bahn einen Winkel von 27 Graden macht und also um 3½ Grad schiefer steht als der Aequator der Erde, so sind die kalten Zonen, so wie die heißen, 3½ Grad breiter, die gemäßigte ist 7 Grad schmäler als die gleichnamigen auf der Erde. Die Jahreszeiten auf beiden Halbkugeln sind (wegen der Excentricität seiner Bahn) nicht gleich lang.

Nordhälfte.			Südhälfte.		
Frühling	7,074	Erdjahre.	Herbst	7,074	Erdjahre.
Sommer	8,01	=	Winter	8,01	=
Herbst	9,94	=	Frühling	9,94	=
Winter	6,76	=	Sommer	6,76	=

So lange Winter, so große Entfernung von der Sonne, und eine 90mal kleinere Sonne, müssen den Saturn sehr kalt machen. — Genießt er demnach ein spärlich zugemessenes Sonnenlicht, so bedarf er dessen vielleicht auch weniger; wenigstens wollen wir uns darüber keinen Kummer machen, da die Natur, so weit die menschliche Einsicht reicht, überall nach Gesetzmäßigkeit und Regel, d. h. nach Vernunft, verfährt.

Wir betrachten jetzt den Saturnhimmel auch bei Nacht. Daß es in der Nähe der Sonne von Planeten wimmelt, daß sich daselbst Mercur, Venus, Erde und Mars tummeln, davon sieht und weiß man auf Saturn nichts; zu nahe bleiben diese kleinen Sternchen der Sonne, gehen stets mit ihr auf und unter und versinken in ihren Strahlen. Die Asteroiden sind ebenfalls nicht sichtbar. Jupiter ist Morgen= und Abendstern, leuchtet ihm aber bei weitem nicht so hell als uns Venus (?). Kaum wird man einmal einen Kometen sehen. Allerdings kommen ihm manche sehr nahe, sind aber dann so lichtschwach, daß sie sich von dem Himmelsblau kaum noch abheben. Die Kometen werfen nämlich die Strahlen der Sonne nicht, wie feste Körper, zurück, sondern sie lassen sie, wie Glas oder Wasser, durch sich hingehen. Ihrer Größe nach müßten sie sichtbar für unsere Fernröhre sein, noch jenseit der Uranusbahn; aber die meisten verschwinden wieder, so wie sie die Marsbahn erreichen. Wenn daher ein Komet auch wirklich dem Saturn sehr nahe kommt, ja wenn er selbst zwischen seinen Monden hindurch geht, sieht man ihn wahrscheinlich dennoch nicht, weil er zu schwach leuchtet.

Wenn aber die Bewohner des Saturn von dem Sonnensystem fast gar nichts sehen, so ist dagegen ihr Mond= und Ringsystem so reich an glänzenden und eigenthümlichen Erscheinungen, wie bei keinem andern Planeten.

Acht Monde zieren den Himmel. Wie groß diese sind, ist uns nicht genau bekannt; doch nehmen sie zu an Glanz, so wie sie sich von ihm entfernen; am kleinsten ist der erste, größer ist dann der zweite, noch größer der dritte, vierte, fünfte, sechste, welcher den Mars an Größe zu übertreffen scheint; der siebente aber ist wieder ganz klein. Vom Saturn aus gesehen, mögen die sechs ersten fast gleich groß erscheinen, nämlich dem Durchmesser nach $\frac{1}{4}$, der Fläche nach $\frac{1}{16}$mal so groß als unser Mond. Der siebente kann sich ihnen im Durchmesser kaum $\frac{1}{10}$mal, als Scheibchen kaum $\frac{1}{100}$mal so groß als uns unser Mond, darstellen.

Die Saturnusmonde nehmen ab und zu wie unser Mond, aber nur zu gewissen Zeiten, nämlich zur Zeit der Tag- und Nachtgleiche entstehen Voll- und Neumonde.

Der erste, sehr kleine Mond vollendet seinen Lauf in $22\frac{1}{2}$ Stunden. Würde auf dem Saturn die Zeit nach diesem Monde eingetheilt, so hätte das Jahr 11000 Monate. Er steht nur 12000 Meilen von der Oberfläche des Saturn entfernt, also so nahe an seinem Planeten, daß ihm dieser 39 Grad im Durchmesser groß erscheint, über 6000mal größer als uns unser Mond. Berge und Thäler, Meere und Ströme des Saturn sieht man dort mit bloßem Auge besser, als man die Mondgebirge von der Erde aus mit den stärksten Fernröhren erkennt.

Der zweite Mond vollendet seinen Lauf in 33, der dritte in 45, der vierte in 65 Stunden, der fünfte in $4\frac{1}{2}$, der sechste in 16, der siebente in 22, der achte in $79\frac{1}{4}$ Tagen.

Nur der sechste ist größer als unser Mond, alle übrigen sind kleiner.

Die Ringe des Saturn erscheinen demselben als ein Ring, weil sie alle übereinander stehen. Am Tage entziehen sie bald dieser, bald jener Gegend des Planeten das Sonnenlicht, und bewirken für verschiedene Gegenden sehr lange Sonnenfinsternisse; bei Nacht geben sie ihm ein schwaches Mondlicht zurück; freilich nach unsern Begriffen ein schlechter Tausch.

Stellen wir uns vor, die Erde hätte einen solchen Ring, so würden sich folgende Erscheinungen zeigen. Ueber dem Horizonte beginnt nach Sonnenuntergang am Osthimmel ein strahlender Reif, der bis an den Scheitelpunkt sich heraufzieht. Nach einiger Zeit macht sich der Reif scheinbar von der Erde (vom Horizont) los, steigt höher an dem Himmel hinauf und nimmt am oberen, westlichen Ende fortwährend zu.

Um Mitternacht prangt ein leuchtender Halbring am Himmel, der durch das ganze Firmament sich hinzieht; nur östlich und westlich fehlt ein kleines Stück. Endlich schließt sich gegen Morgen die am Westhimmel stattfindende Lücke, während die östliche immer größer geworden ist, und gegen Aufgang der Sonne, wo der Ring erbleicht, bis an den Scheitelpunkt sich heraufgezogen hat.

Wie der Ring auf dem Saturn eine langdauernde Sonnenfinsterniß, so bewirkt Saturn auf dem Ringe eine ebenso lange Ringfinsterniß. Es entsteht eine dunkle Lücke in dem leuchtenden Ringe, fast so groß

als der Durchmesser des Saturn, der Ring ist zerbrochen, es stehen statt seiner zwei glänzende Bogen am Himmelsgewölbe.

Saturn hat eine sehr starke, die Ringe eine sehr schwache Anziehungskraft; daraus folgt, daß auf zwei Seiten der Ringe, zumal des ersten, kein Ding vertikal (senkrecht) steht, sondern alle Gegenstände stehen schräg.

Man bemerke, daß hier von keinem Vielleicht, von keiner Muthmaßung die Rede ist; die Sache beruht auf Rechnungen mit Messungen, an deren Richtigkeit kein Zweifel ist. Für die Bewohner des Ringes muß diese schräge Richtung des Senklothes viel Unbequemes haben.

Geht ein Mensch auf dem Ringe von dem Saturn weg, so neigt er sich, wie bei uns beim Bergsteigen, vorwärts; geht er nach dem Saturn zu, so muß er sich rückwärts neigen; geht er nach Westen, so hängt sein Körper nach links; geht er nach Osten, dann nach rechts.

An jeder Stelle des Ringes ist die Schwere eine andere.

Die Menschen, welche auf der äußern Kante des Ringes stehen, verspüren eine doppelte Anziehungskraft, die des Ringes und zugleich die des Saturn.

Die, welche auf der innern Kante des Ringes stehen, werden von Saturn nach oben (d. h. nach einem Punkte über ihrem Kopfe), von dem Ringe nach unten (d. h. nach einem Punkte unter ihren Füßen) gezogen. Wer auf der äußern Ringkante wohnt oder dort marschirt, dem kommt es vor, als habe er Blei an den Füßen; kommt er auf die innere Kante, so fühlt er sich sehr leicht. Auf dem Wege dahin wird er von der Attractionskraft des Planeten mit nach vorwärts gezogen; es wird ihm, selbst wenn er auf ebenem Wege oder eine Anhöhe hinauf geht, so leicht, vorwärts zu kommen, wie uns, wenn wir bergab gehen.

Geht man zurück, so wird das Marschiren eine schwere Arbeit; selbst das Bergabsteigen ist so mühsam, wie bei uns das Ersteigen eines hohen Berges.

Noch eine zweite Merkwürdigkeit finden wir beim Saturn. Der nächste Ring steht ihm 25mal näher als uns unser Mond. Nun hat aber Saturn eine erstaunlich dicke Atmosphäre, die sich bei dem schnellen Umschwunge der Saturnkugel über dem Aequator, folglich unter dem Ringe, und selbst bis über die Ringe empor thürmt.

Man spürt das daran, daß die Sterne, namentlich seine Monde, wenn Saturn vor ihnen vorübergeht, anfangen zu erbleichen, und endlich, noch ehe sie sich hinter die Saturnscheibe zurückgezogen haben, gänzlich verschwinden.

Wie es uns unmöglich ist, auf unsern Mond uns zu begeben, und außer unserer Erde noch einen zweiten Weltkörper genau kennen zu lernen, so ist es den Saturnbewohnern vielleicht vergönnt, sie können in Luftballons und andern Flugmaschinen zu ihrem Ringe hinansteigen, die Ringbewohner können sich auf ihren Hauptplaneten herablassen; die Bewohner zweier Weltkörper können sich einander besuchen und Freund-

schaftsbündnisse mit einander schließen, oder wenn sie so roh sind, wie noch immer die gebildetsten Völker der Erde, sich gegenseitig bekriegen und unterjochen*).

Kann wohl der menschliche Verstand etwas erdenken, und wenn es noch so kühn und noch so kolossal wäre, was nicht im Weltall als Möglichkeit, wohl gar als Wirklichkeit uns entgegen tritt? —

8. Vom Uranus ♅.

In einer Entfernung von 400 (396) Millionen Meilen von der Sonne bewegt sich Uranus. Wegen seiner großen Entfernung von der Erde erscheint er als ein Stern der sechsten Größe. Sein Durchmesser beträgt 7500 Meilen, seine Umlaufszeit 84 Jahre. Er wurde am 13. März 1781 von Herschel dem Aelteren als ein Planet erkannt. Er war schon früher gesehen, aber für einen Fixstern gehalten worden. Da man die vor ihm bekannten Planeten mit unbewaffnetem Auge sieht und durch ihre Bewegung leicht als Planeten erkennt, so ist Uranus der erste Planet, welcher im eigentlichen Sinne des Wortes entdeckt worden ist. Sein Durchmesser ist $4\frac{3}{10}$, seine Oberfläche 18, sein Körperinhalt 82, seine Masse 15mal so groß als die entsprechenden Größen der Erde, seine Dichtigkeit ist $\frac{1}{5}$ der Erddichtigkeit. Seine Dichtigkeit ist also ungefähr die des Wassers, und ein Pfund auf der Erde wiegt dort ungefähr $\frac{4}{5}$ Pfund. (Diese Bestimmungen sind nicht ganz zuverlässig, da die Astronomen in den Angaben von einander abweichen.) Seine Bahngeschwindigkeit, 1 Meile in der Secunde, ist $\frac{1}{4}$ der Geschwindigkeit der Erde. Die Sonne wird auf ihm so gesehen, wie wir die Venus sehen, in der Oberfläche 360mal so klein als auf der Erde. Folglich wird die Beleuchtung auf ihm etwa so sein, wie die der Erde in einer sternhellen Nacht (?). Ob er eine Achsendrehung hat, wissen wir nicht mit Bestimmtheit. Herschel hat mit seinem vorzüglichen Fernrohr Abplattung wahrgenommen, auch 6 Trabanten um ihn herum gesehen. Durch die vollkommensten Werkzeuge der neuesten Zeit hat man 8 Monde wahrgenommen. Wahrscheinlich steht sein Aequator fast senkrecht auf seiner Bahn. Dieses würde zur Folge haben, daß an den Polen der Uranusoberfläche eine 42 Jahre lange Nacht mit einem eben so langen Tag abwechselte, und

*) Zur Probe der Stärke des Vorstellungsvermögens und insonderheit der Phantasie kann man sich selbst und Andern die Aufgabe stellen, anzugeben, was für Erscheinungen sich einem mit Vernunft begabten Wesen darbieten: 1) auf der Saturnkugel in verschiedenen Breitengraden; 2) auf den innern und auf den äußeren Breiten der Ringe; 3) auf den schmalen Kanten derselben. Bernstein's „Phantasiereise im Weltall" enthält Einiges davon in sehr amüsanter Weise. —

daß die Jahreszeiten die größtmögliche Verschiedenheit hätten*); der Contrast zwischen begünstigten und verwahrlosten Zonen — wie auf den andern Planeten — käme dann auf Uranus nicht vor. Gleichförmigkeit und Eintönigkeit liebt die Natur nicht, sondern, trotz aller Gesetzmäßigkeit, Mannigfaltigkeit. Mit den Maaßstäben, von der Erde entlehnt, reicht man nicht aus. —

Ob die Trabanten ihn verfinstern, wissen wir nicht; sie sind selbst für unsre besten Fernröhre zu weit entfernt, aber es ist kaum zu bezweifeln. Kein Planet verfinstert einen andern Planeten, bis zur Entfernung des nächsten reicht der Kernschatten keines; aber als Regel kann man annehmen, daß jeder seine Monde verfinstert, und daß diese, wie alle die Planeten, welche für ihn untere sind, ihm Sonnenbedeckungen verursachen. Eigenthümlich ist bei den Uranustrabanten der Umstand, daß ihre Bahnen fast senkrecht auf seiner Bahn stehen, so jedoch, daß die Richtung auf die entgegengesetzte Seite noch 9° überschlägt und sie sich also mit 81° von Osten nach Westen herumbewegen (?), während die übrigen Trabanten sich mit ihren Hauptkörpern von Westen nach Osten drehen. Dieses Verhältniß ist bis jetzt einzig im Sonnensystem: die Trabanten des Uranus bewegen sich rückläufig (retrograd). Einige nehmen für gewiß (?) an, daß, da die Trabanten der übrigen Planeten sich mehr oder weniger in der Ebene des Aequators des Hauptplaneten bewegen, auch der Aequator des Uranus jene Lage hat und sich eben so dreht. Ihm**) und allen seinen Trabanten ginge dann die

*) Die Beantwortung der Frage, welchen scheinbaren Weg die Sonne (unter obiger Voraussetzung) für verschiedene Bewohner des Uranus (auf seinem Aequator, den Polen und in mittleren Breiten) das Jahr hindurch verfolgt, ist ein belehrendes und seine Anschauungskraft prüfendes Geschäft für einen Schüler. Die Bewegung einer Kugel um eine runde Tischebene, welche ihre jährliche Bahn vorstellt, und ihre Haltung in der richtigen Lage, erleichtern die Bestimmungen. Ueberhaupt ist es eine anziehende Aufgabe, die Planeten in Betreff der Verschiedenheit der Jahreszeiten, die auf ihnen stattfinden, mit einander zu vergleichen. Die Beschaffenheit der Jahreszeiten auf einem Planeten hängt principaliter ab von der Neigung seiner Achse gegen seine Bahn, von der Schiefe seiner Ekliptik; demnächst, aber in viel schwächerem Grade, von dem Unterschiede seiner Entfernungen von der Sonne; endlich von seiner Atmosphäre (je dichter dieselbe, desto stärker wird der Boden erwärmt).

**) Dem stimmt Al. v. Humboldt nicht bei. Derselbe nimmt eine Rotationsbewegung des Hauptkörpers, des Uranus selbst, von Westen gegen Osten, an. Aus der Drehung seiner Monde von Osten gegen Westen schließt er auf uns unbekannte Verhältnisse der Retardation und des Gegenstoßes in den Dunstringen des Uranus. Kosmos I. S. 103.

In dem im J. 1851 erschienenen dritten Theile des Kosmos sagt Humboldt (S. 531), daß, während sich alle übrigen Nebenplaneten gleich allen Hauptplaneten von West gegen Ost bewegen und ihre Bahnen nur geringe Neigungen gegen die Ekliptik haben, die Uranustrabanten unter einem Winkel von 78°

Sonne in der westlichen Gegend auf, in der östlichen unter. Sein Sterntag wäre dann länger als sein Sonnentag. Bewirkt das schwache Sonnenlicht dort noch den Unterschied von Tag und Nacht, so existirt auf dem Uranus eine Ungleichheit von Tag und Nacht wie sonst nirgends. Nur in einer Aequatorzone von 22° Breite finden bei jeder Rotation regelmäßige Wechsel statt. Von da ab steigen die längsten Tage und längsten Nächte so:

30° Breite:	13,1	Erdjahre.
40° „	18,0	„
50° „	22,8	„
60° „	27,5	„
70° „	32,3	„
80° „	37,1	„
90° „	42,0	„

„Wie mag es" — fragt Mädler — „in Nächten von dieser Dauer aussehen?" —

9. Vom Neptun ♆,

dem transuranischen Planeten.

Die Störungen im Laufe des Uranus ließen sich aus den Einwirkungen der übrigen Planeten nicht ableiten. Die Astronomen vermutheten daher, da die Natur stets gesetzlich verfährt, das Dasein eines noch unbekannten. In der Regel berechnet man aus den bekannten Massen, ihren Entfernungen und den Elementen der Bahn der störenden Planeten die Störungen (Perturbationen), die sie anrichten. Hier entstand die umgekehrte Aufgabe: aus diesen auf jene zu schließen. Der französische Gelehrte Le Verrier löste diese schwierige Aufgabe und gab mit der Sicherheit eines wissenschaftlichen Propheten den Ort an, wo man den Unbekannten zu suchen habe. Dr. Galle in Berlin fand ihn ganz nahe der bezeichneten Stelle, am 29. Sept. 1846, nur 1° von dem Orte entfernt, den Le Verrier angegeben hatte, als einen Stern 8ter Größe. Diese Entdeckung ist ein neuer Triumph des menschlichen Geistes*). Er

gegen die Ekliptik geneigt seien, sie also fast senkrecht treffen, und die Trabanten sich selbst von Ost nach West bewegen. —

Mädler stimmt diesen Meinungen nicht bei. Nach ihm sind die Neigungen der zwei Monde, die man hat bestimmen können, unter 99° gegen die Uranusbahn geneigt, also nahezu senkrecht stehend und die Planeten rückläufig. Daß die Rotation des Uranus in derselben Richtung erfolge, daß ihm demnach die Sonne in der Westgegend auf-, in der Ostgegend untergehe, hält er für wahrscheinlich. Bei den übrigen großen Planeten fallen nämlich die Mondbahnebenen mit den Aequatorebenen nahe zusammen.

*) Durch sie ist die genau in der genannten Beziehung im J. 1840 von Mädler ausgesprochene Hoffnung, „daß einst die Analysis diesen höchsten ihrer

hat den Namen **Neptun** erhalten*). Sein Zeichen ist ♆ (ein Dreizack). Seine Bahn hat gegen die Erdbahn eine sehr kleine Neigung (1° 47′), seine Umlaufszeit beträgt 165 Jahre, seine mittlere Entfernung von der Sonne 620 Mill. Meilen, seine Masse ist nach **Struve** etwa $\frac{1}{14500}$ der Sonnenmasse, sein Durchmesser = 7800 Meilen. Das Sonnenlicht erreicht ihn in 4 Stunden 21 Minuten. Die Engländer **Lassell** und **Challis** haben zwei Monde desselben entdeckt, und **Struve** auf der Sternwarte in Pulkowa bei Petersburg bestimmte den Umlauf des ersten Mondes um den Hauptkörper auf 5 Tage 21 Stunden. Natürlicher Weise bewegt sich Neptun viel langsamer als die Erde (6½mal), legt aber doch noch täglich 56000 Meilen zurück. Das Sonnenlicht ist auf ihm 1300mal schwächer als auf der Erde, d. h. 1300 Sonnen müßten an seinem Himmel stehen, wenn es dort so hell sein sollte wie bei uns. Von der Größe seiner Entfernung hat kein Sterblicher eine Vorstellung. Selbst auch dadurch, daß man weiß: der Schall würde über 500 Jahre, und eine Locomotive, mit einer täglichen Geschwindigkeit von 200 Meilen, über 10000 Jahre bis zu ihm gebrauchen (so daß Adam jetzt kaum mehr als die Hälfte des Weges zurückgelegt haben würde), selbst dadurch erweckt man wohl ein stummes Erstaunen (es ist wirklich etwas Ungeheures), aber keine deutliche Vorstellung. Durch die Entdeckung desselben ist der bisherige Markstein unseres planetarischen Wissens, welcher früher mit dem Uranus endigte, um mehr als 200 Millionen Meilen hinausgerückt.

Neptun hat von der Sonne (siehe Kap. VI., 5.) die relative Entfernung 1 + 128.3. Nach der Entfernung in runden Zahlen folgen die Planeten so auf einander:

Mercur	1mal 8 = 8	Mill.	Meilen.	oder = 8	
Venus	(1 + ¾) . 8 = 14	„	„	= 8 +	1 . 6
Erde	(1 + 1½) . 8 = 20	„	„	= 8 +	2 . 6
Mars	(1 + 3) . 8 = 32	„	„	= 8 +	4 . 6
Vesta rc.	(1 + 6) . 8 = 56	„	„	= 8 +	8 . 6
Jupiter	(1 + 12) . 8 = 104	„	„	= 8 +	16 . 6
Saturn	(1 + 24) . 8 = 200	„	„	= 8 +	32 . 6

Triumphe feiern und durch ihr **geistiges** Auge Entdeckungen in Regionen machen werde, in die das **körperliche** Auge bis dahin einzudringen nicht vermochte", in Erfüllung gegangen. Es ist dieß, wie **Mädler** sagt, der Anfang der „Astronomie des Unsichtbaren." Bestätigt sich die Vermuthung, daß Fixsterne sich um dunkle (unsichtbare) Körper bewegen, so ist dieses eine erste Fortsetzung. —

*) Der Analogie nach hätte er den Namen Erebos erhalten müssen. Auf Mars folgt dessen Vater Jupiter, auf Jupiter dessen Vater Saturn, auf Saturn dessen Vater Uranus; der Vater des Uranus ist Erebos, das Dunkel.

Uranus (1 + 48) . 8 = 392 Mill. Meilen oder = 8 + 64 . 6
Neptun (1 + 96) . 8 = 776 (?) " " = 8 + 128 . 6

Hier ist das Gesetz des Fortschrittes unmittelbar sichtbar. Natürlich können nur runde Zahlen herauskommen. In welcher Entfernung der jenseits Neptun laufende (?), der transneptunische Planet zu suchen sein wird*), erhellet zugleich daraus (1200 Mill. Meilen). Jede neue Entdeckung löst alte Räthsel, wirft aber auch neue auf. Für die Forschung giebt es keine absoluten Gränzen. —

Bei den vier Planeten Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun kann man von Systemen reden: Jupitersystem 2c. Denn zu jedem gehört eine Anzahl von Körpern. Diese Systeme bilden Glieder eines höheren Systems, des Sonnensystems, eines Gliedes eines noch höheren Systems u. s. f.

Man veranschaulicht dieses, indem man das Sonnensystem mit den untergeordneten Systemen zeichnet, dasselbe wieder als ein Glied eines noch höheren Systems darstellt u. s. w.**) So erhält man eine Leiter für die Phantasie von den untersten Gliedern, den Monden, bis zu den höheren: Planeten, Sonnen u. s. w. So ordnen wir die lebendigen Wesen der Erde, von den Mollusken bis zum Menschen, welcher auf der einen Seite einen Schluß, auf der andern einen Anfang machen mag für eine höhere Reihe vernünftiger Wesen.

„Wo nur Bahnen möglich waren, da rollen Weltkörper,
Und wo nur Wesen sich glücklich fühlen konnten, da wallen Wesen",

in der höchsten Mannigfaltigkeit ihrer Naturbestimmtheit. Wir erkennen dieses schon aus der Verschiedenheit der Planeten und Monde

---

*) „Sphären rollt sie (die Freude — die poetische Anziehung) in den Räumen,
Die des Sehers Rohr nicht kennt."
Schiller.

**) Nichts in der Welt steht still, auch kein Punkt im Weltall. Alles ist in beständiger Bewegung, auch wenn man sie nicht wahrnimmt. Dagegen nimmt man aber auch wieder manche wahr oder glaubt sie wahrzunehmen, die nur scheinbar ist. Im Weltall giebt es also scheinbare und wirkliche Bewegungen, Alles aber ist in wirklicher Bewegung, Nichts ist in (absoluter) Ruhe. Wo man scheinbar eine Bewegung wahrnimmt, da existirt auch eine wirkliche; nur ist es oft nicht die, die man wahrzunehmen meint. —

Auch unsere Sonne ist in Bewegung — wie jede andere Sonne. Sie bewegt sich mit Allem, was zu ihr gehört, um einen höheren Mittelpunkt in einer Curve.

Versucht man dies zu zeichnen, so hat man darzustellen: die Sonne in einer Curve; die Planeten um sie in fortschreitenden Curven; die Monde um diese in dergleichen u. s. w.

unter einander. Kein Planet ist die Copie eines andern, kein Mond ein verkleinerter Abdruck des Hauptkörpers, und sicherlich hat jeder noch andere Zwecke als den, demselben zu leuchten. Wer vermißt sich, den Zweck der Welt, des Einzelnen und des Ganzen, bestimmen zu wollen?

Zusatz. Hier dürfte eine übersichtliche Zusammenstellung der Hauptverhältnisse des Sonnensystems in genaueren Zahlen an rechter Stelle stehen. Die angegebenen Zahlen sind meist Mädler's Schriften entnommen. Die in der jüngeren Zeit entdeckten, in den Tabellen nicht mit aufgeführten Planeten liegen als Asteroiden oder Planetoiden zwischen Mars und Jupiter; die ihnen entsprechenden Zahlen sind denen ihrer Verwandten ähnlich.

Klasse.	Namen und Bezeichnung.	Mittlere Entfernung v. d. Sonne.	Umlaufszeit oder Sonnenjahr.	Mittlere Geschwindigkeit in 1 Sec.	Zeit der Rotation oder Sterntag.	Geschwindigkeit der Rotation auf d. Aequator in 1 Sec.	Abplattung an den Polen.	Neigung der Bahnen gegen die Erdbahn.	Größe der Durchmesser des Aequators.
		Mill. M.		Meilen.		Par. Fuß.			Meilen.
Innere Gruppe.	Sonne ☉	—	—	—	25 T. 12 St. — M.	6521	—	—	192936
	Mercur ☿	8	88 T.	6,6	— = 24 = 5 =	541	—	7°	671
	Venus ♀	14,9	224 =	4,8	— = 23 = 21 =	1420	—	3° 24′	1700
	Erde ♁	20,7	365 =	4,1	— = 23 = 56 =	1447	1/300	0 0	1720
	Mars ♂	31	1 J. 321 =	3,3	— = 24 = 37 =	800	—	1° 51′	892
Mittlere	Flora	46	3 = 89 =	—	—	—	—	5° 53′	13
	Vesta ⚶	48	3 = 229 =	2,6	—	—	—	7° 3′	66
	Iris	49	3 = 235 =	—	—	—	—	5° 28′	20
	Hebe	50	3 = 265 =	—	—	—	—	14° 46′	20
	Asträa	53	4 = 52 =	—	—	—	—	5° 20′	13
	Juno ⚵	55	4 = 131 =	2,5	—	—	—	13° 3′	25
	Ceres ⚳	57	4 = 223 =	2,4	—	—	—	10° 36′	50
	Pallas ⚴	57	4 = 225 =	2,4	—	—	—	34° 43′	146
Aeußere	Jupiter ♃	107	11 = 312 =	1,8	— = 9 = 55 =	43771	1/17	1° 18′	20018 Pol. 18524
	Saturn ♄	197	29 = 154 =	1,3	— = 10 = 29 =	31012	1/10	2° 30′	16305 Pol. 14696
	Uranus ♅	396	83 = 271 =	0,9	?	—	1/9	0° 46′	7466
	Neptun ♆	614	165 = — =	0,7	?	—	—	1° 47′	7800 (8400)

Klasse.	Namen und Bezeichnung.	Körperlicher Inhalt im Verhältniß zur Erde = 1.	Masse im Verhältniß zur Erde = 1.	Dichtigkeit im Verhältniß zur Erde = 1.	Dichtigkeit im Verhältniß zum Wasser = 1.	Schwere. 100 ℔. wiegen auf den verschiedenen Weltkörpern	Fallhöhe in der 1sten Sec.	Lichtstärke, Erdlicht = 1.	Zeit bis zur Ankunft des Sonnenlichts.
						℔.	Par. Fuß.		
Nächste Gruppe.	Sonne ☉	1415225	345936	0,25	1,4	2836	428	—	—
	Mercur ☿	0,05	0,06	1,2	6,6	48	7,2	7	3,8 Min.
	Venus ♀	0,96	0,09	0,9	5	90	14	1,9	6,3 Min.
	Erde ♁	1	1	1	5,6	100	15	1	8¼ Min.
	Mars ♂	0,15	0,14	0,97	4,8	50	7,5	0,43	13 Min.
Mittlere Gruppe.	Flora ⚘	—	—	—	—	—	—		
	Vesta ⚶	—	—	—	—	—	—		
	Iris	—	—	—	—	—	—		
	Hebe	—	—	—	—	—	—	¼	26 Min.
	Asträa	—	—	—	—	—	—		
	Juno ⚵	—	—	—	—	—	—		
	Ceres ⚳	—	—	—	—	—	—		
	Pallas ⚴	—	—	—	—	—	—		
Entfernteste Gruppe.	Jupiter ♃	1491	339	0,24	1,28	Aeq. 217 Pol. 283	Aeq. 33 Pol. 41	$\frac{1}{27}$	44 Min.
	Saturn ♄	772	100,4	0,12	0,66	Aeq. 75 Pol. 137	Aeq. 14 Pol. 19	$\frac{1}{91}$	1 St. 20 M.
	Uranus ♅	82	15	0,18	0,96	76	11	$\frac{1}{368}$	2 St. 12 M.
	Neptun ♆	108	24	0,23	1,25	36	20	$\frac{1}{1300}$	4 St. 21 M.

Nach dem angegebenen mittleren Dichtigkeitsverhältniß ist im Durchschnitt zu vergleichen: die Sonne mit gebrannten Ziegelsteinen, der Mercur mit Zink, die Venus mit Wasserblei, der Mars mit Arsenik, Jupiter mit Cedernholz, Saturn mit der Steineiche, Uranus mit der Eiche, Neptun mit Ebenholz — die Erde mit geschmolzenem Arsenik *).

Die Entfernungen der Planeten von der Sonne sind nur in runden Zahlen angegeben. Wer sie genauer berechnen will, lege folgende Zahlen zu Grund, die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne = 20682000, hier = 1 gesetzt:

Mercur	☿	0,39	Thalia		2,63
Venus	♀	0,72	Fides		2,64
Erde	♁	1	Eunomia		2,64
Mars	♂	1,52	Virginia		2,65
Ariadne		2,19	Proserpina		2,66
Flora	⚘	2,20	Juno	⚵	2,67
Harmonia		2,26	Nysa		2,68
Melpomene		2,29	Circe		2,69
Victoria		2,33	Eugenia		2,70
Euterpe		2,35	Leda		2,74
Vesta	⚶	2,36	Atalante		2,75
Urania		2,36	Ceres	⚳	2,77
Nemausa		2,38	Pallas	⚴	2,78
Metis		2,39	Lätitia		2,78
Iris		2,39	Bellona		2,78
Daphne		2,40	Polyhymnia		2,86
Phokäa		2,40	Aglaja		2,89
Massalia		2,40	Calliope		2,91
Hebe		2,43	Psyche		2,93
Isis		2,43	Leucothea		2,97
Lutetia		2,43	Pales		3,09
Fortuna		2,44	Doris		3,11
Parthenope		2,45	Europa		3,13
Hestia		2,46	Hygiea	⚕	3,15
Thetis		2,47	Themis		3,15
Amphitrite		2,55	Euphrosyne		3,16
Asträa	⚖	2,58	Jupiter	♃	5,20
Egeria	◎	2,58	Saturn	♄	9,54
Pomona		2,58	Uranus	♅	19,18
Irene		2,59	Neptun	♆	30,04
Kalypso		2,61			

*) Nach **Bailly's** in London angestellten Experimenten und Berechnungen hat die Erde ein Gewicht von 1,256,195,670,000 000 000 000 000 Tonnen à 2 Ctr., nach **Mädler** von 14,000 000 000 000 000 000 000 000 Pfund, die Sonne noch 354000 mal mehr. —

Nach diesen Angaben lassen sich in Betreff der zuletzt entdeckten Planetoiden die vorhergehenden Tabellen ergänzen. Die (siderischen) Umlaufszeiten derselben um die Sonne (d. h. ihre Jahre) liegen zwischen 1194 Tagen (Ariadne) und 2043 Tagen (Euphrosyne); die Neigungen ihrer Bahnen gegen die Ekliptik betragen, Pallas ausgenommen, weniger als 22°.

Die der Vertheilung der Planeten in obiger Tabelle zu Grund gelegte Eintheilung in *nächste* und *entfernteste*, zwischen welchen die *mittleren* liegen, hat *sachliche* (objective, nicht bloß formelle) Gründe.

Die *nächsten* liegen im Gebiete des Zodiacallichtes, haben größere Dichtigkeit als die Sonne, vollziehen ihre Rotation in ungefähr 24 Stunden und fliegen um die Sonne mit Geschwindigkeiten, welche die ihrer Achsendrehung um mehr als 60mal übertreffen.

Die *entferntesten* Planeten zeichnen sich durch ihre Größe aus, haben geringe Dichtigkeit (etwas mehr oder weniger als die Sonne), schnellere Achsendrehung (so weit sie bekannt ist) als jene, langsamere Fortbewegung auf ihren Bahnen, größere Abplattung (ebenfalls so weit sie bekannt ist) an den Polen, eine größere Anzahl von Trabanten.

Was die Erfüllung des Raumes von 600 Millionen Meilen (von der Sonne bis zum Neptun) mit 63 Haupt-, 23 Nebenplaneten (die Kometen gehen größtentheils weit über diesen Raum hinaus) betrifft, so muß man sagen, daß dieser Raum sehr spärlich mit Körpern besetzt ist. In der unendlichen Leere schwimmt hier und da einer, dessen Größe gegen den Raum selbst sozusagen verschwindet. Es kommt einem das fast wie Raumverschwendung vor, indem man denkt, wie viel Körper da noch Platz finden könnten, besonders wenn man überlegt, daß die Anziehungskraft der Sonne sich nach allen Richtungen erstreckt. Aber freilich, was sind 600 Millionen Meilen, gegen den grenzen- und schrankenlos oder unendlich zu denkenden Weltraum! —

Aus den in der ersten Tabelle angegebenen Neigungen der Bahnen von 16 Planeten gegen die Erdbahn (die Pallas hat unter *allen* Planeten die größte, fast 35°) wird der denkende Leser erkannt haben, daß die Bahnen der Planeten überhaupt wenig von der Erdbahn abweichen, dieselben also *fast* in *einer* Ebene die Sonne umkreisen. Demnach hat der Raum, innerhalb welches dieser Vorgang erfolgt, die Gestalt einer sehr flachen Scheibe, deren Dicke etwa $\frac{1}{1500}$ ihres Durchmessers beträgt, eine Million gegen 1500 Mill. Meilen — die Gestalt einer sehr flachen Schachtel oder Schnupftabacksdose. Die Achsendrehung der Sonne erfolgt in derselben

Richtung, in welcher sich sämmtliche Planeten drehen, die von West gegen Ost, ungefähr in der Ebene des Sonnenäquators, herumlaufen. Ohne Zweifel stehen diese Momente in ursachlichem Zusammenhange, obgleich die Wissenschaft die eigentlichen Ursachen dieser Uebereinstimmung noch nicht ermittelt hat. —

Wenn es dieses Ortes ist, über die Bewohnbarkeit und die etwaigen Bewohner der Planeten Einiges zu vermuthen, so möchte darüber Folgendes zu sagen sein.

Die Planeten Mercur, Venus, Mars haben mit unsrer lieben Erde große Aehnlichkeit, fast dieselbe Länge der Tage, eine Atmosphäre um sich herum u. s. w., auf ihnen werden demnach wohl vernünftige Wesen, die mit den Erdmenschen Aehnlichkeit haben, leben können. Nur ist es, da die Stärke der Beleuchtung und der Erwärmung in dem quadratischen Verhältniß der Entfernungen von der Sonne abnimmt, auf Mercur etwa 7mal, auf Venus doppelt so hell und warm als auf der Erde, auf ihr aber 2—3mal so hell und warm als auf Mars. Unser Blut, das 30° Wärme hat, würde also wohl auf Mercur eine Temperatur von 200°, auf Mars von 10—15° annehmen — ein Unterschied, der auf alles thierische und vegetative Leben von dem größten Einfluß sein wird. Kämen wir mit unsern Kräften auf Mercur und Mars an, so würden wir uns viel leichter, auf Venus aber nicht viel anders fühlen als hier. Die physische Beschaffenheit der Planetoiden ist uns unbekannt. Den Jupiter kennen wir besser. Wenn er der Erde am nächsten ist, dann glänzt er in vollem Licht, er wälzt sich in einer Nacht vollständig um, er kann so mit Bequemlichkeit auf allen Seiten beobachtet werden. Ein Jupitermensch, der 80 Jahre (Jupiterjahre) lebt, erreicht ein Alter von 8—900 Erdjahren, also das Alter der Patriarchen. Die Kürze der Tage (5 Stunden), der Mangel der Verschiedenheit der Jahreszeiten, indem auf dem Aequator ewig Sommer, an den Polen ewig Winter ist, der fast ununterbrochene Mondschein, die 27mal schwächere Einwirkung der Sonne, die starke Anziehung, folglich die größere Schwere der Körper an der Oberfläche werden sehr große Abweichungen von den Erdverhältnissen hervorrufen. Die Bewohner, Thiere, Pflanzen rc. eines Weltkörpers sind die Producte seiner Naturbeschaffenheit. Die wunderbare, einzige Beschaffenheit des Saturns mit seinen Ringen bietet eine solche Mannigfaltigkeit der Verhältnisse dar, daß wir deren Betrachtung und alles Weitere der Phantasie unsrer Leser überlassen wollen. Dieses Geschäft hat eine anziehende Seite. Hat sich ja der tiefe Denker Kant in seiner „Naturgeschichte des Himmels“ ähnlichen Betrachtungen überlassen! — — — —

10. Vom Monde ☾.

Seine größte Entfernung von der Erde ist 55000, seine kleinste 48000, seine mittlere 51000 Meilen in runden Zahlen.

Diese mittlere Entfernung würde von einem Schnellwagen, der täglich 25 Meilen macht, in 5 Jahren 215 Tagen, von einem frischen Winde, der in 1 Secunde 15 Fuß zurücklegt, in 2 Jahren 214 Tagen 10 Stunden 40 Minuten, von einem Dampfwagen, der in jeder Stunde 8 Meilen zurücklegt, in 265 Tagen 15 Stunden, von dem Schall, der in 1 Secunde durch 1040′ geht, in 13 Tagen 14 Stunden 55 Minuten 23 Secunden, endlich von dem Lichte, das in 8 Minuten 21 Millionen Meilen zurücklegt, in $1\frac{29}{175}$ Secunden durchschritten werden*).

Der Mond läuft, ungenau gesprochen, um den Mittelpunkt der Erde, genau gesprochen: um einen Schwerpunkt zwischen seinem und dem Erdmittelpunkt, welcher Schwerpunkt 81mal so weit vom Mond= als vom Erdmittelpunkte, also 641 Meilen vom Mittelpunkte der Erde entfernt**), demnach 219 Meilen unter der Oberfläche der Erde liegt, in einer Tiefe, die sich um 40 Meilen + oder — ändern kann. Der Mittelpunkt der Erde ist demnach, wenn wir Vollmond haben, der Sonne näher als der Schwerpunkt (um jene 641 Meilen), und wenn wir Neumond haben, um eben so viel weiter davon entfernt. Um diesen Schwerpunkt bewegt sich der Mond (die Erde auch***)) in einem mittleren Abstande von 51800 Meilen (die Excentricität der Bahn ist $\frac{1}{18}$) in 27 Tagen 7 St. 43 Min. $11\frac{1}{2}$ Sec.

---

*) Kennt man die Entfernung des Mondes und der Planeten von der Sonne, folglich auch von der Erde, welche letztere sich stets ändert (man kann die größte und die kleinste Entfernung festhalten), so läßt sich leicht die Aufgabe lösen, wie viel Zeit das Licht, dessen Geschwindigkeit man kennt (41000 Meilen in der Secunde), gebraucht, um den Weg von der Sonne zu den Planeten und dem Monde und von da zur Erde zurückzulegen. Eine Aufgabe für Schüler, zur Ergänzung der Tabelle S. 139.

Kurz nach dem Neumond sieht man die der Erde zugekehrte dunkle Mondscheibe in aschfarbenem Lichte. Dieses Licht ist das von der Mondoberfläche zurückgestrahlte Erdlicht. Der Gang ist hier der: das Licht geht von der Sonne zur Erde, von der Erde zum Mond, vom Mond zur Erde zurück. Es ist also doppelt reflectirtes Licht. In wie viel Zeit legt es diesen Zickzack=Weg zurück? Der blendende Lichtreiz der Mondsichel vergrößert sie scheinbar, weßhalb man, wie Jedermann sehen kann, den dunklen Theil der Mondscheibe in dem aschfarbigen reflectirten Erdlichte kleiner erblickt.

**) Fiele der gemeinsame Schwerpunkt zwischen Erde und Mond, wie bei vielen Doppelsternen (s. später!), so würde die Bewegung von Erde und Mond um denselben der Drehung zweier um einander tanzenden (walzenden) Personen gleichen.

***) Versteht man unter einem Doppelstern zwei gleichartige, selbstleuchtende, sich um einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt bewegende Körper, so kann man die Erde mit dem Monde einen Doppelplaneten nennen.

einmal herum. Die allgemeinen Erscheinungen richten sich aber nicht nach dieser Zeit, sondern nach der Wiederkehr seiner Stellung zu der Linie zwischen Sonne und Erde, d. h. nach 29 Tagen 12 St. 44 Min. $2\frac{3}{4}$ Sec. Jene Umlaufszeit nennt man den siderischen, diese den synodischen Monat.

Von Abplattung an den Polen zeigt sich keine Spur. Die Masse des Mondes steht zu der der Erde in einem andern Verhältniß als die cubischen Räume; sie ist nur $\frac{1}{81}$ der Erdmasse. Denn die Dichtigkeit des Mondes ist nur $\frac{3}{5}$ von der der Erde, mit der des Wassers verglichen, von $3\frac{2}{5}$. Daher ist die Schwere auf dem Monde nur $\frac{1}{6}$ der Schwere an der Erdoberfläche, die Fallhöhe in der ersten Secunde nur $2\frac{1}{2}$ Fuß, die Länge des Secundenpendels nicht 3, sondern $\frac{1}{2}$ Fuß. Soll ein Körper auf dem Monde so schnell fallen als einer auf der Erde, so muß er aus der 6fachen Höhe herabkommen. Wird ein Körper mit einer Anfangsgeschwindigkeit von 90 Fuß in die Höhe geworfen, so steigt er auf der Erde 135, auf dem Monde 810 Fuß; dort kommt er in 6, hier in 36 Secunden wieder zur Oberfläche zurück.

Versetzen wir uns in den Mond, um die Haupterscheinungen, die sich auf ihm darstellen, zu verstehen!

Auf ihm wechselt, wie wir schon wissen, ein $14\frac{3}{4}$tägiger Tag mit einer eben so langen Nacht. Denken wir uns, daß wir gerade Neumond haben, also der Mond zwischen Sonne und Erde steht, so sehen die Mondbewohner die Erde der Sonne gegenüber und die ihnen zugekehrte Seite der Erde ganz beleuchtet. Sie haben Vollerde. Umgekehrt haben sie Neuerde, wenn wir Vollmond haben, und erstes Viertel der Erde, wenn wir letztes Viertel des Mondes haben. Dieses wird durch eine Zeichnung, ähnlich der Fig. 27., unmittelbar deutlich. Die Erde erscheint den Mondbewohnern in Lichtphasen, wie den Erdbewohnern der Mond. Außer diesen Lichtphasen werden sie die Meere als dunklere, die Erdtheile als hellere Stellen erkennen; die Gebirge, Ebenen, Inseln werden in verschiedenen Farben erscheinen. Zugleich werden sie, da die Erde sich in 24 Stunden um die Achse dreht, das schöne Schauspiel der verhältnißmäßig sehr schnellen Erscheinung aller Theile der Erdoberfläche haben. Ja, sie haben Amerika viel früher gekannt als die Europäer. Wenn sie Augen wie wir haben und Fernröhre, so können sie nicht nur unsre Gebirge und Flüsse, sondern auch unsre größten Städte sehen, wenn sie auch nicht wissen sollten, daß es Städte sind.

Der Aequator des Mondes ist gegen seine Bahn unter einem Winkel von $6\frac{1}{2}$ (oder etwas mehr, nämlich von $5^{0}\ 8'\ 47'' + 1^{0}\ 28'\ 25''$, also von ungefähr 7^{0}) Graden, und gegen die Erdbahn

nur 1½ Grad geneigt. Die Sonne entfernt sich daher nur wenig vom Aequator, sie erscheint demselben Orte das ganze Jahr durch fast in derselben Höhe; die Jahreszeiten müssen sehr wenig verschieden sein. Die Aequatorbewohner werden immer Sommer, die Polbewohner stets Winter haben. Die den Polen naheliegenden Gegenden werden die Sonne immer nur wenig über oder unter dem Horizonte sehen. Da die Zeit der Drehung des Mondes um die Erde mit der Zeit der Wiederkehr derselben Lichtphase übereinstimmt, so stimmt die Länge seines Tages mit der Länge seines Jahres überein; denn jenes ist sein Jahr, dieses sein Tag. In 29½ Tagen sehen die Mondbewohner die Sonne und die Sterne nur einmal auf- und untergehen. Auch ihnen gehen sie im Osten auf, im Westen unter, nur bewegen sie sich sehr langsam. Die Erde macht davon eine Ausnahme. Sie wird nur von der der Erde zugekehrten Hälfte der Mondoberfläche gesehen; wie wir die andre Hälfte nicht sehen, so sehen die Bewohner derselben auch die Erde nie. Die Erde geht also keinem der Mondbewohner auf, keinem unter. Denen sie aufgegangen ist, bleibt sie aufgegangen. Und zwar sehen die Bewohner eines Ortes die Erde ungefähr immer an derselben Stelle über dem Horizonte. Die, welche gerade in der Mitte der uns zugekehrten Scheibe wohnen, sehen die Erde immer in ihrem Scheitel; die am Rande dieser Scheibe wohnen, sehen sie immer im Horizonte, und die zwischen diesem Rande und der Mitte wohnen, sehen die Erde in gleicher Höhe über dem Horizonte, um so höher, je näher sie der Mitte jener Scheibe wohnen. Alles dieses gilt nur, so lange es, wie hier, auf strengste Genauigkeit nicht ankommt. Die Erde erscheint ihnen als Vollerde 13mal so groß als uns der Mond als Vollmond. Das Erdlicht wird ihnen in ihrer 14¾ Tage langen Nacht sehr willkommen sein.

Mit bloßen Augen sehen wir in dem Monde hellere und dunklere Stellen. Durch gute Fernröhre sieht man dies Alles viel deutlicher, und man gewahrt Höhen und Tiefen, Berge und Thäler. Namentlich bemerkt man sehr große Ringgebirge mit inneren Vertiefungen, in welchen wieder Höhen wahrgenommen werden. Nach verschiedenen Methoden kann man die Höhe der Mondberge bestimmen, z. B. durch die Schatten, welche die Berge werfen, und durch die Entfernung der Lichtpunkte in dem beschatteten Theile der Mondoberfläche von der Lichtgränze. Diese Lichtpunkte sind beleuchtete Bergspitzen.

Von der Messung der Mondberge durch Lichttangenten wollen wir hier eine genauere Vorstellung geben.

Es sei DAE (Fig. 44.) die uns zugekehrte Mondhalbkugel,

sie stehe in der Lichtphase des ersten Viertels, ACE stelle die erleuchtete, ACD die dunkle Seite, AC die Lichtgränze dar. In F befinde sich ein Berg, dessen Spitze von der Lichttangente AB gerade getroffen wird, während der Fuß des Berges noch im Schatten ruht. Mißt man nun die Länge AB, so wird, da $CB^2 = CA^2 + AB^2$ und CA und AB bekannte Größen sind, CB gefunden. $CB - CF = BF$ giebt die Höhe des Berges ꝛc. Die gemessenen Berghöhen auf dem Monde haben keine absolute Bedeutung. Auf der Erde beziehen wir die Höhen auf den Meeresspiegel; ein solcher existirt aber auf dem Monde nicht. Uebrigens können die Astronomen Mondhöhen, die nicht mehr als 120 Fuß betragen, noch messen. Nur keine Thürme, Pyramiden ꝛc. Diese werfen einen so schmalen Schatten, daß er nicht gesehen werden kann. Ebenso können Mondbewohner, mit unsern Augen und Fernröhren versehen, unsre Bauwerke nicht wahrnehmen.

So hat man im Monde Berge gemessen, die mehr als 25000 Fuß hoch sind. Diese sind im Verhältniß zu der Länge des Monddurchmessers 4mal so hoch als die Berge der Erde. Diese Berge erscheinen theils einzeln stehend, theils als Ringgebirge oder Bergketten. Die Astronomen haben ihnen Namen gegeben: Plato, Copernicus, Kepler, Ritter — Apenninen, Caucasus, Alpen u. s. w. Man glaubt, daß die Ringgebirge durch ungeheure Vulkane entstanden seien. Die ganze Mondoberfläche sieht überhaupt aus wie ein durch außerordentliche Revolutionen zerklüftetes, verwüstetes Erdreich. Es giebt daselbst Krater, die einen Durchmesser von 9—12 Meilen haben.

Die großen, meist grauen Flecke hat man Meere genannt. Aber es sind keine Meere; denn man entdeckt keine Spur von Wolken, fast keine Spur von Atmosphäre (denn die Dämmerungen fehlen); folglich wird es auf dem Monde auch an Wasser und Meeren fehlen. Auch von Feuer sieht man daselbst keine Spur. Wo keine Luft ist, fehlt auch das Feuer. Von den vier Elementen der alten Physik fehlen also drei: Feuer, Wasser und Luft. Daß es darum keine Menschen, d. h. Wesen wie wir, auf dem Monde giebt, versteht sich von selbst. Ein 14—15tägiges Wachen und Schlafen wäre für uns auch schon unmöglich. Der Mond steht uns zwar räumlich sehr nahe, aber in seiner Beschaffenheit ist er sehr weit von uns entfernt. In letzterer Beziehung ist uns Venus und insbesondere Mars viel ähnlicher. Damit ist natürlich nicht gesagt, daß er nicht bewohnt sei. Nur für uns paßt er nicht.

Zwischen manchen Ringgebirgen entdeckt man einzelne, zum Theil geradeaus laufende Streifen, Rillen genannt, die oft

jenseit eines Ringgebirges noch fortlaufen. Was sie sind, weiß man nicht. —

Zum Schlusse noch einige Worte von Bessel und Mädler über das Verhältniß der Zustände unsrer Erde zu den Himmelskörpern im Allgemeinen. Bessel sagt:

„Der Mond ist der Erde in dem Hauptpunkte der Atmosphäre entschieden unähnlich; die Sonne ist ganz andrer Natur; bei Mercur und Venus haben wir keinen Grund, eine Aehnlichkeit anzunehmen (?); Mars scheint eine Atmosphäre und Sommer und Winter, sogar Schnee und Eis zu besitzen; die Asteroiden sind Körperchen ohne Eigenschaften für uns; Jupiter und Saturn sind der Erde sehr unähnlich durch die Materie, woraus sie bestehen; Uranus, am letzten (?) Ende der Welt, ist in einer von der unsrigen so verschiedenen Region, daß wir nicht viel Aussicht haben, ein Ebenbild der Erde in ihm zu entdecken" *).

Mädler sagt: „Die Weltkörper sind nicht Exemplare, sondern Individuen im strengsten Sinne des Wortes, es giebt so viele Arten von Weltkörpern als Weltkörper selbst. Jeder Weltkörper bleibt durch alle Zeiten hindurch im Wesentlichen das, was er einmal geworden ist". —

Zusätze.

Da der Mond uns so nahe angeht und eigentlich der Erde angehört, aber darum nicht allein um der Erde willen da ist **), so dürfte es der Sache angemessen sein, noch Einiges über ihn in Zusätzen, die man überschlagen kann, beizufügen.

1. Eine Verfinsterung ist immer mit einer Bedeckung verbunden. Eine Erdverfinsterung ist zugleich eine Sonnenbedeckung

*) Bessel, populäre Vorlesungen, Hamburg 1848, S. 92.

**) Zu meinen, die Himmelskörper überhaupt seien einzig um der Erde oder der Menschen willen geschaffen, wäre eben so, als wenn es im Monde Leute gäbe,

„die träumen,
Um sie geschaffen sei der Erdenball,
Und all' die Welten, die dort oben kreisen,
Um ihren Schifflein Nachts den Weg zu weisen."

Auf dem Monde, wo man die Erdscheibe 14mal so groß sieht als die Sonnenscheibe, wird man die Erde, nicht die Sonne, für den Hauptkörper halten, vielleicht auch meinen, daß die Erde geschaffen sei, um den Mond zu beleuchten, und eine Bibel, auf dem Monde geschrieben, würde wahrscheinlich die Sonne das kleine, die Erde das große Licht nennen. Und wer weiß, was Dem geschehen würde, der es wagte, das Gegentheil zu behaupten! —

für die Erdbewohner, und eine Mondverfinsterung ist für Bewohner des Mondes eine Sonnenbedeckung durch die Erde. Eine „Sonnenfinsterniß“ ist etwas Scheinbares, eine Mondsfinsterniß etwas Wirkliches.

2. Verfinsterungen und Bedeckungen ereignen sich, wenn die, die Durchschnittspunkte der Erd- und Mondbahn verbindende gerade Linie, d. h. die Knotenlinie, in die Richtung von der Sonne zur Erde fällt, wenigstens ihr nahe liegt.

Diese Knotenlinie wandert durch den ganzen Thierkreis, gegen die Ordnung der Zeichen, von Ost nach West, und kommt in 18 Jahren 219 Tagen, im Durchschnitt also in 19 Jahren, herum. Nach Verlauf von 19 Jahren kehren darum die Verfinsterungen und Bedeckungen in derselben Ordnung wieder.

Entfernte sich der Mond nicht weiter als etwa um den Halbmesser der Erde von der Erdbahn, so hätten wir jeden Monat eine Monds- und eine Sonnenfinsterniß. Aber die Bahnen des Mondes und der Erde machen einen Winkel von 5^0 mit einander.

Weil die Erde viel größer ist als der Mond, so erlebt der Mond viel bedeutendere Sonnenfinsternisse (Sonnenbedeckungen) als die Erde. Dagegen hat er weit weniger Erdfinsternisse als wir Mondsfinsternisse. Der Kernschatten des Mondes trifft die Erde entweder gar nicht, oder nur mit der Spitze. Folglich werden die Mondbewohner die Erdfinsternisse wenig oder gar nicht kennen. Der Halbschatten wird ihnen die Erde weniger dunkel machen als große Wolkenschichten.

Die Bewohner der Orte der Erde, auf welche die kleine Schattenspitze des Mondes fällt, wenn der Mond in der Erdnähe steht, haben eine totale Sonnenbedeckung. Wenn der Kernschatten die Erdoberfläche nicht erreicht, so haben die Orte, auf welche die Spitze desselben, die Achse des Schattenkegels, gerade zugeht, eine ringförmige Sonnenbedeckung.

Sehr häufig folgen eine Monds- und eine Sonnenfinsterniß in 14 Tagen auf einander, weil beide sich in den gegenüber liegenden Knoten ereignen. Manchmal folgen daher auch in zwei Monaten auf einander zwei Verfinsterungen.

Die Sonnenfinsternisse sind in Bezug auf die ganze Erde häufiger als die Mondsfinsternisse; in 18 Jahren entstehen durchschnittsweise 41 Sonnen- und 29 Mondsfinsternisse. Aber für einen und denselben Ort, z. B. Berlin, sind die sichtbaren Sonnenfinsternisse 3mal seltener als die Mondsfinsternisse. Im Durchschnitt hat jeder Ort alle 2 Jahre eine Sonnenfinsterniß, und etwa alle 200 Jahre eine totale.

Die Orte, welche zugleich von dem Kernschatten des Mondes getroffen werden können, liegen in einem Raum von etwa 16 Meilen Durchmesser. Diese haben alsdann eine centrale Sonnenfinsterniß. Eine centrale Mondsfinsterniß gilt für die ganze Hälfte der Erde, welche dem Monde zugewandt ist. Man muß die centrale Finsterniß von der totalen unterscheiden; eine centrale ist nicht immer eine totale, eine totale nicht immer eine centrale. Eine centrale Mondsfinsterniß ist immer eine totale, weil der Kernschatten der Erde in der Entfernung des Mondes breiter ist als der Durchmesser des Mondes *). Eine totale Mondsfinsterniß braucht keine centrale zu sein. Eine centrale Sonnenfinsterniß ist entweder total oder ringförmig. Es hängt davon ab, ob der Mond in der Erdnähe oder Erdferne steht. Dadurch ist die scheinbare Größe des Mondes bedingt. In seiner mittleren Entfernung von der Erde ist sein scheinbarer Durchmesser etwas kleiner als der der Sonne; folglich kann in derselben keine totale, sondern nur eine ringförmige Sonnenfinsterniß entstehen.

Die totalen (central-totalen) Sonnenfinsternisse, welche sehr selten sind, und, wie gesagt, nur für einzelne Erdstriche eintreten, haben, wie oben schon kurz angegeben, die sehr merkwürdige Erscheinung gezeigt: einen flammenden Sonnenring mit Aussendung von Strahlenbüscheln (die sogenannte Aureole oder Corona). Brechung der Sonnenstrahlen in der Mondatmosphäre kann dies Phänomen nicht hervorrufen: die Mondatmosphäre ist zu dünn dazu. Man müßte dann auch den Mondrand, welcher die Sonne bedeckt, verwaschen erblicken, was aber nicht der Fall ist, man sieht ihn scharf begrenzt und die Erhöhungen (Berge) an dem Rande mit vorzüglicher Schärfe, was nicht sein könnte, wenn die Mondatmosphäre eine die Sonnenstrahlen bedeutend schwächende Kraft besäße, was indessen neuerdings von Einigen behauptet wird, indem sie daraus auf das Vorhandensein einer Mondatmosphäre schließen.

---

*) Die Zeit, die der Mond gebraucht, um bei einer centralen Mondsfinsterniß durch den Schatten der Erde zu gehen, beträgt ungefähr vier Stunden. Da diese Beobachtung sehr leicht ist und schon von den Alten gemacht worden sein muß, so hätten sie daraus sehr leicht auf die Entfernung des Mondes von der Erde, im Verhältniß zu ihrer Größe, einen Schluß machen können. Der Mond befindet sich in einer solchen Entfernung, daß er, um durch den Schatten eines Gegenstandes von der Größe der Erde zu gehen, nur 4 Stunden gebraucht. Der Mond beschreibt also in seinem Laufe die Breite der Erde in 4 Stunden, mithin in 1 Tage 6mal, und da er, ganz allgemein betrachtet, 30 Tage zu seinem Umlaufe gebraucht, so beschreibt er in einem Umlaufe 180mal die Breite der Erde, und daher ist der Umfang der Mondbahn ungefähr 180mal so groß als die Breite der Erde, und der Durchmesser der Mondbahn etwa das 60fache derselben. Demnach ist der Mond um ungefähr das 30fache der Breite der Erde, oder um etwa 60 Erdhalbmesser von uns entfernt.

Bei Mondsfinsternissen macht man noch eine andre Beobachtung. Im Monde erscheinen an den Rändern des Erdschattens Farben, besonders die rothe, gerade wie bei der Morgen- und Abenddämmerung, in verschiedenen Nüancen. Sie rühren von der Brechung der Sonnenstrahlen in der Erdatmosphäre her. Wenn eine partiale Mondsfinsterniß so stattfindet, daß die Sonnenstrahlen durch starke Wolkenschichten über Erdoceanen, wenn diese etwa gerade Winter haben, fallen, so werden die Strahlen besonders stark gebrochen, und der Farbenschimmer erscheint dann auf der Mondoberfläche besonders lebhaft.

Eine Mondsfinsterniß stellt gleichsam eine Silhouette der Erde oder eines Theils der Erde auf dem Monde dar. Erlaubte es die Vergrößerung durch die Fernröhre, so könnte man unter Umständen den Schatten des Kölner Domes, des Straßburger Münsters, der Thürme Nankings und Pekings sehen.

Daß die Finsternisse, besonders die Sonnenfinsternisse, so schnell vorübergehen und in wenigen Minuten sich ändern (die ringförmige Erscheinung dauert nur einige, eine totale Sonnenfinsterniß nicht über 4½ Minuten), rührt von der eignen schnellen Bewegung des Mondes, demnächst von der Bewegung der Erde und deren Achsendrehung her*).

---

*) Trotz alledem sagen die Astronomen den Eintritt einer Finsterniß für jeden Ort der Erde genau auf die Secunde voraus. Besonders dieser Umstand hat dem Volke Vertrauen zur Astronomie eingeflößt und wesentlich zur Vernichtung des Aberglaubens beigetragen. Einem so handgreiflichen und schlagenden Beweise konnte sich auch der gemeinste Menschenverstand nicht entziehen. Der Astronom berechnet die Finsternisse sogar rückwärts. So hat man z. B. die Sonnenfinsterniß, welche sich während der Schlacht am Halys ereignete, als am 30. Sept. im J. 610 v. Chr. Geb. vorgefallen, festgestellt.

Uebrigens war der physische Aberglaube über die ganze Erde verbreitet. Das Menschengeschlecht hat nicht mit der Erkenntniß des Wahren begonnen.

Campe berichtet in Columbus' Entdeckungsreise nach Amerika den Glauben der Peruaner, daß bei einer Mondsfinsterniß der Mond krank sei und daß man ihn durch Lärm aus seiner Ohnmacht erwecken könne.

Die Indianer am Orinoko hielten Sonne, Mond und Sterne für lebendige Geschöpfe.

Die Patagonier glaubten oder glauben noch, daß die Sterne ehemalige Indianer seien und daß die Milchstraße ein Feld sei, wo sie auf die Jagd gehen.

Die Grönländer halten die Gestirne für ihre Vorfahren.

Die alten Römer hielten einen nach Cäsar's Tod erscheinenden Kometen für dessen Seele.

Der Kaiser von China nennt sich Bruder der Sonne, Vetter des Mondes und der Sterne. Seine Gelehrten kennen die natürlichen Ursachen der Finsternisse und beobachten sie. Trotzdem liegen die Mandarinen während derselben auf dem Bauche; das Volk soll in dem alten Aberglauben erhalten werden. —

Nach Fontenelle meinen die Ostindier, daß bei einer Finsterniß ein Drache den Himmelskörper verschlingen wolle, und daß man durch Unterstecken des Kopfes unter das Wasser (bei ihnen ein sehr heiliger Gebrauch) die Verthei-

Der Schatten, welcher bei einer totalen Sonnenfinsterniß auf der Erde entsteht, ist auffallend wenig dunkel, und die Gegenstände erscheinen in einem so sonderbaren Lichte, daß wir mit ihm nichts vergleichen können, ja nicht einmal einen passenden Ausdruck dafür haben. —

Anmerk. Sehr anschaulich kann das immer interessante Phänomen einer Mondsfinsterniß durch eine Zeichnung gemacht werden, z. B. durch Fig. 43., welche die Mondsfinsterniß vom 24. Nov. 1844 für Berlin darstellt. Zu dieser Zeichnung gehört noch eine bewegliche Scheibe von etwas durchscheinendem Papier, welche den Erdschatten vorstellt, die man sich selbst verfertigen muß. Man giebt der Scheibe ungefähr den doppelten Durchmesser der Mondscheibe, bewegt dann den Mittelpunkt der Scheibe des Erdschattens auf der Linie fort, welche in der Zeichnung den Weg des Erdschattens bezeichnet. Alsdann geht der Erdschatten über den Mond weg, statt daß in der Wirklichkeit der Mond durch den Erdschatten geht. Sehen läßt es sich aber an einer Finsterniß nicht, ob jenes oder dieses der Fall ist. Die Vorrichtung liefert also ein richtiges Bild der Erscheinung.

In ähnlicher Weise hat der Director August die große, hier in Berlin sichelförmige Sonnenfinsterniß am 28. Juli 1851 dargestellt. Man wird es nicht bedauern, wenn man sich die sinnreiche Vorrichtung (à 5 Sgr.) kommen läßt. — Leicht kann man auch dem Schüler an jedem sonnenhellen Tage ein anschauliches Bild von einer Sonnenfinsterniß verschaffen. Man läßt ein Stück Glas über einer Oellampe schwarz anlaufen, hält es mit der linken Hand vor das Auge nach der Sonne zu, und bringt mit der rechten Hand eine Münze vor das Glas in solcher Entfer=

---

digungskräfte des Körpers verstärken könne u. s. w. Also die Heiden! Und die Christen?

Noch im Jahre 1654 flüchteten die Bewohner von Paris bei der Annäherung einer Sonnenfinsterniß angstvoll in die Keller, und in Deutschland warfen sich die Leute verzweiflungsvoll auf die Kniee und bedeckten die Brunnen, damit kein Gift vom Himmel hineinfalle. Ja, im Jahre 1851 machten vor der auf den 28. Juli d. J. vorausgesagten Sonnenfinsterniß in Bayern und anderwärts Viele ihr Testament (!). Eine Frau setzte ihren Sohn zum Erben ein und gab auf die Frage, was ihrem Sohne beim Weltuntergange die Erbschaft nützen solle, die Antwort: „Er ist jung und rasch, vielleicht kommt er glücklich davon." — Noch merkwürdiger als dieses ist der Umstand, daß es unter uns Leute giebt, welchen dieser und anderer Aberglaube gar nicht so sehr mißfällt. Der physische Aberglaube jagt Furcht ein — Furcht vermehrt die Unselbstständigkeit und Abhängigkeit des Menschen — macht bereit zu Opfern, kurz erzeugt die geistige Stimmung, welche eine gewisse Klasse von Menschen vorzugsweise für geeignet erachtet, religiöse Gefühle an sie anzuknüpfen 2c. Dieser Menschenklasse ist der Gedanke einer durchgreifenden Gesetzmäßigkeit der Naturerscheinungen höchst widerwärtig; sie ziehen ihm den Aberglauben, der sich überall von Zufällen, willkürlichen Einflüssen guter und böser Geister umgeben glaubt und darum geneigt ist, dagegen bei „heiligen" Männern Hülfe zu suchen, weit vor. —

nung, daß sie die Sonne zum Theil oder ganz bedeckt. Man läßt alsdann den linken Rand der Münze den rechten Sonnenrand berühren und führt die Münze langsam nach dem linken Rand der Sonne hin. So erzeugt man je nach der Entfernung der Münze von dem Auge und ihrer Lage gegen die Sonnenscheibe eine partiale oder eine totale, eine sichelförmige oder ringförmige Sonnenfinsterniß. Die kleine Münze thut dasselbe in der Nähe, was der große Mond bei einer wirklichen Sonnenfinsterniß in der Ferne thut. —

3. Das Dasein einer Mondatmosphäre wird beurtheilt aus der Brechung und Schwächung der Lichtstrahlen eines Fixsterns, welchen der Mondrand erreicht. Beides findet beim Monde nicht statt (wohl aber z. B. bei Venus und Mars). Wir schließen daraus, daß der Mond keine Atmosphäre hat, wie wir auch keine Trübung des Glanzes durch Wolken wahrnehmen. Ein Fixstern, welcher vom Mondrande bedeckt wird, verschwindet nicht allmählig, sondern plötzlich, wie ein Licht, welches ausgeputzt wird. Auch sieht man ihn nicht länger, und er erscheint nicht früher wieder, als die Größe des Mondrandes oder des Stücks, hinter welchem er scheinbar hergeht, es bestimmt. Folglich wird sein am Mondrande vorbeifahrendes Licht gar nicht gebrochen; also keine Atmosphäre*). Jedenfalls ist sie so gering, daß ihre strahlenbrechenden und lichtschwächenden Wirkungen für uns unmerkbar bleiben. Folglich hat der Mond auch kein Wasser, keine Meere, keine Ströme. Der Mond ist keine Copie der Erde. Die Verschiedenheit der dortigen Naturverhältnisse hat eine große Verschiedenheit der Lebensformen zur nothwendigen Folge. Wir kennen zwar nur eine Seite des Mondes; aber Alles leitet zu dem Schlusse, daß die uns unbekannte Seite der bekannten in allem Wesentlichen gleich sei. Wie auf der Erde, ist auch auf der Mondoberfläche die Mannigfaltigkeit der Formen sehr groß. Ein blauer Himmel ist auf dem Monde nicht möglich; auch der Taghimmel ist daselbst *schwarz*. Denn nicht der Aether bewirkt die blaue Farbe, sondern unsre Luft. Auf dem Monde müssen daher Sonne und Sterne viel heller glänzen als bei uns, besonders auf der von der Erde abgewandten Seite des Mondes, welche die schönste Sternwarte der Welt bildet. —

4. An dem Monde bemerkt man keine Abplattung an den Polen, die an dem Rande liegen. Sein Durchmesser ist 468⅖, sein

*) Da keine Luft dort ist, so fehlt der Träger für Schall, Gesang und Rede — eine lautlose, melancholische Einöde. Man kann dort weder sprechen noch hören, nicht riechen und wahrscheinlich auch nicht schmecken; die Mondmenschen werden also wohl auch weder Zungen noch Ohren, weder Nase noch Lungen haben u. s. w.

Umfang 1470½ solcher Meilen lang, deren die Erde 5400 im Umfange hat. Sein Durchmesser hat also etwa die Länge des europäischen Festlandes von Norden nach Süden, sein Umfang die Länge Asiens, die Oberfläche die Amerika's, sie ist $\frac{1}{14}$ der Oberfläche der Erde. Sein körperlicher Inhalt ist 50 (49½) mal so klein als der der Erde. 110 an einander gereihete Mondkugeln würden den Raum von der Erde bis zum Monde füllen, so wie 30 Erdkugeln.

5. Wir sehen immer dieselbe Seite des Mondes. Dieses ist im Allgemeinen ganz richtig, nur nicht in strengem Sinne. Er hat eine sogenannte Schwankung (Libration), und zwar eine doppelte, von Norden nach Süden, und von Osten nach Westen. Sein Aequator macht mit der Ekliptik einen Winkel von 1½°, seine Bahn liegt unter 5° gegen die Erdbahn geneigt, und seine Bewegung um die Erde ist nicht ganz gleichmäßig. Darum liegen die Pole nicht immer an den Rändern; jenseits des Ost- und Westrandes erscheint zuweilen ein kleiner Streifen. Und den daselbst liegenden Orten kommt die Erde zuweilen etwas über den Horizont*). Der mittlere Meridian verschiebt sich bald etwas rechts, bald etwas links. $\frac{3}{7}$ der Gesammtoberfläche sind **stets** der Erde zugekehrt, $\frac{3}{7}$ bleiben uns immer verborgen, $\frac{1}{7}$ ist bald sichtbar, bald unsichtbar.

6. Die Entfernung der Wendekreise des Mondes von seinem Aequator und die Entfernung der Polarcirkel von den Polen wird bestimmt durch die Größe der Neigung seines Aequators, nicht gegen die Mondbahn (denn er wird nicht von der Erde, sondern von

*) Es sieht so aus, als wenn der Mond etwas hin- und hergedreht würde, und zwar von Osten nach Westen **und** von Nord nach Süd. Eine doppelte Libration. Die letztere rührt von dem Umstand her, daß die Mondbahn gegen die Ekliptik unter einem Winkel von 5° geneigt ist. Steht der Mond z. B. 5° nördlich von der Ekliptik, so können wir über seinen Südpol etwas hinaus blicken. Die Ursache der andern Libration ist nicht so genau bekannt. **Arago** erklärt sie mit **Lagrange** so: „Zu der Zeit, als der Mondkörper in festen Zustand überging, nahm er unter der Einwirkung der Erde eine weniger regelmäßige und weniger einfache Gestalt an, als der Fall gewesen wäre, wenn sich kein fremder, mit Anziehung begabter Körper in der Nähe befunden hätte. Unter dieser Einwirkung unsrer Erde nahm der Mondäquator, der ohne diesen Umstand Kreisgestalt erhalten hätte, eine elliptische Form an. Dabei erhielt der Mondäquator zwar nichtsdestoweniger rundum eine Anschwellung, nur wurde die Hervorragung des gegen die Erde gerichteten Aequatorialdurchmessers viermal (?) größer, als die des senkrecht auf unsrer Gesichtslinie stehenden Durchmessers.

Könnte demnach ein Beobachter sich im Raume so aufstellen, daß er den Mond von der Seite betrachtete, so müßte ihm derselbe als ein gegen die Erde verlängerter Körper erscheinen, nicht ganz unähnlich einem Pendel ohne Aufhängepunkt. Hat man nämlich ein Pendel aus der verticalen Stellung entfernt, so wird es bekanntlich durch die Schwere in diese Lage zurückgeführt; ebenso wird die große Achse des Mondkörpers, sobald sie sich aus ihrer gewöhnlichen Stellung entfernt hat, durch die Erde nothwendig in die frühere Lage zurückgeführt. —

der Sonne beleuchtet), sondern gegen die Ekliptik. Diese Neigung ist sehr klein, $1\frac{1}{2}$ Grad (1^0 29′). Seine Wendekreise sind also nur $1\frac{1}{2}^0$ von dem Aequator, seine Polarkreise nur $1\frac{1}{2}^0$ von den Polen entfernt. Die Breite seiner heißen Zone, die auf der Erde 47^0 beträgt, ist also auf dem Monde nur 3^0 groß, also in Graden etwa $\frac{1}{16}$ der Breite der heißen Zone der Erde. Diese 3 Grade haben ungefähr eine Länge von 16 Meilen. Eben so lang sind die Durchmesser der kalten Zonen. Die gemäßigten Zonen nehmen also auf dem Monde bei weitem den meisten Raum ein. Doch mag die wirkliche Beschaffenheit der Mondoberfläche diesem Ausdruck wenig entsprechen.

7. Von der Neigung seines Aequators gegen die Ekliptik hängt die Verschiedenheit der Länge der Tage und Nächte ab. Diese ist also auf dem Monde nicht bedeutend. Ein mittlerer Tag dauert 354 Stunden. Tag und Nacht $29\frac{1}{2}$ Tage. So lange dauert auch ein Jahr. Unter 50^0 Breite mögen die längsten Tage und Nächte einen Unterschied von 6 bis 8 Stunden ergeben, was bei einer Länge von 354 Stunden kaum bemerkt werden wird. Bei uns ist unter 50^0 Breite der längste Tag schon mehr als doppelt so lang als die kürzeste Nacht.

An den Polen des Mondes wechselt ein Tag von der Länge von $14\frac{3}{4}$ unsrer Tage mit einer eben so langen Nacht. Da aber die Sonne sich unter ihren Horizont nur $1\frac{1}{2}^0$ senkt, so wird es nie an den Polen ganz finster werden. Ja, es wird auf dem Monde, namentlich an den Polen, Orte geben, denen die Sonne nie untergeht, welche also in ewigem Sonnenlichte schwimmen. Ueber das Niveau der Pole braucht sich ein Berg nur 1300 Fuß zu erheben, um von seinem Gipfel mehr als $1\frac{1}{2}^0$ unter den mittleren Horizont sehen zu können. Erhebt sich ein Berg doppelt so hoch, so bleibt ihm die ganze Sonne stets über dem Horizont. Nun sind gerade Nord- und Südpol des Mondes mit bedeutenden Bergen bedeckt, folglich müssen die oberen Gipfel derselben in ewigem Sonnenlichte glänzen. Dagegen ist in den Thälern zwischen ihnen höchstens Dämmerung; dort kennt man also den eigentlichen Tag nicht. Dasselbe gilt von vielen andern Gegenden, welchen zur Seite eine hohe Gebirgswand liegt, die ihnen den directen Sonnenstrahl entzieht; dort wohnt man also ewig im Schatten. Auf der Erde giebt es in Norwegen, in der Schweiz, auch in der sächsischen Schweiz einige solcher Punkte.

8. Wer den Mond genauer kennen lernen will, den verweisen wir*) auf die große Mondkarte von Beer und Mädler (4 Thlr.),

*) Auch auf zwei neuere lehrreiche Schriften: 1) Der Mond, ein Ueberblick

auf die kleinere von Mädler (1 Thlr.), auf das große Werk Beider: „Der Mond nach seinen kosmischen und individuellen Verhältnissen, oder allgemeine vergleichende Selenographie u. s. w. Berlin bei Schropp, 1837," und auf „Mädler's kurzgefaßte Beschreibung des Mondes, Berlin 1839," welche interessante Schrift wir allen Lesern bestens empfehlen müssen. Wir halten es für passend, einige Stellen meist wörtlich daraus zu entlehnen:

Einiges über die Rillen; ein Stück aus einer Beschreibung einer kleinen Mondlandschaft; über den Einfluß des Mondes auf die Erde; über die Naturkräfte auf der Mondoberfläche; über die Bewohner derselben.

9. Die Rillen (ihrer sind wenigstens 200) haben vielfache Erklärungsversuche veranlaßt. Man hat sie unter andern für Flüsse, oder doch für ausgetrocknete Flußbetten gehalten. Aber einmal ist die Aehnlichkeit mit Flüssen der Erde bei näherer Betrachtung sehr gering. Die gleiche Breite, welche sie meistens auf ihrem ganzen Zuge behalten, ihr Anfangen und Aufhören (Beides gleichbedeutend) mitten in einer Ebene, ihre geringen Krümmungen, die Seltenheit der Vereinigung mehrerer, sprechen nicht für diese Ansicht. Manche ziehen von Berg zu Berg, andre zeigen sich in der Mitte deutlicher als an beiden Enden. Gewiß ist es, daß die Flüsse unsers Erdkörpers, aus großer Ferne gesehen, einen ganz andern Anblick gewähren müssen.

Eine andre Ansicht hat in diesen Gebilden Landstraßen erkennen wollen. Wenn es schon mißlich ist, die Naturformen unsers Erdkörpers mit denen des Mondes in Parallele zu stellen, so dürfte dies noch weit mehr von Producten des Kunstfleißes gelten. An ein Bewohnen des Mondes von menschenähnlichen Geschöpfen darf nicht gedacht werden. Weit weniger wesentliche Verschiedenheiten, als wir in der That finden, würden schon hinreichen, den Schluß zu begründen, daß er kein Aufenthaltsort für Menschen sei. Wie unwahrscheinlich ist es also, daß sich Analoga zu unsern Städten und unsern Bauten auf dem Monde finden sollten! Die Mannigfaltigkeit der Natur ist so groß, und selbst die wenigen besondern Merkmale, welche wir an den verschiedenen Körpern unsers Sonnensystems bemerken, zeigen uns so sehr das Eigenthümliche eines jeden derselben, daß es wohl nicht leicht einen Weltkörper geben dürfte, der nichts als die Reproduction eines andern wäre. Bei Straßen

---

über den gegenwärtigen Umfang und Standpunkt unsrer Kenntnisse von der Oberflächengestaltung und Physik dieses Weltkörpers, von J. F. J. Schmidt, Leipzig 1856. — 2) Die Sonnen- und Mondfinsternisse in ihrem Verlauf ꝛc., von Dr. A. Drechsler. Dresden 1858. (1 Thlr. 10 Sgr.) —

denkt man doch zunächst an ein Zugänglichmachen eines schwierigen Terrains; eine solche Absicht läßt sich aber bei den Mondrillen nicht erkennen. Wozu übrigens die ansehnliche Breite von mehreren tausend Fuß, wozu die hohen und steilen Wälle, wozu das Hindurchführen durch tiefe Krater?

Man vergesse nur nie, daß es eine Menge von Dingen giebt, die sich für uns gleichsam von selbst verstehen, und die wir, ihre Nothwendigkeit von Kindheit an fühlend, uns nur schwer hinwegzudenken vermögen, die aber dennoch, genau geprüft, durchaus nur durch die speciellen Verhältnisse und Eigenthümlichkeiten unsers Erdkörpers bedingt sind. Wir wohnen in Häusern — denn die Atmosphäre der Erde ist zu veränderlich und rauh, als daß wir uns ohne dieselben fortdauernd wohlbefinden könnten. Wir bauen Straßen — denn bei dem Gravitationsverhältniß unserer Erde würde die Fortschaffung der Massen ohne solche zu schwierig, und unsre eigene zu sehr gehemmt sein. Wir errichten Dämme — denn ein Hauptbestandtheil des Erdkörpers, das Wasser, verändert seine Lage zu schnell und oft, als daß es für den Menschen und seine Werke, in Ermangelung derselben, hinreichende Sicherheit gäbe. Wir führen künstliche Befestigungen auf — denn die Zeit des ewigen Friedens ist für unsre Erde noch nicht gekommen und die der Unschuld längst vorüber. — Wie wenig gehörte dazu, um ganz andere Dinge an die Stelle der genannten treten zu lassen! Man vermindere in Gedanken die Schwerkraft nur auf die Hälfte der gegenwärtigen, und weder der Mensch, noch irgend ein Thier oder Pflanze werden bleiben, was sie jetzt sind, kein Gewässer wird in den alten Bahnen fließen und in seinem früheren Niveau sich erhalten, kein Bau, keine Maschine mehr nach den früheren Regeln errichtet werden: Alles wird eine andre Gestalt gewinnen. Bei Allem, was wir in fremden Weltkörpern und selbst auf dem uns nahen Monde wahrnehmen, bleibt die wahrscheinlichste Vermuthung immer, daß wir ein Naturwerk vor uns sehen, oder die Kunst müßte dort nach einem so riesenhaften Maaßstabe arbeiten, daß er alle unsere Begriffe überstiege. Wenn man vernünftige Wesen auf andern Weltkörpern annehmen will, so muß man ihrer Vernunft auch zutrauen, daß sie ihre Lebenseinrichtungen der Naturökonomie ihres Wohnortes gemäß treffen, nicht aber sie von unsrer Erde entlehnen werden.

10. Der Sinus Iridum ist, außer dem prachtvollen Ringgebirge Copernicus', vielleicht die prachtvollste aller Mondlandschaften. Das umgebende Gebirge, steil chaotisch, von Alpenhöhe, und sehr hellglänzend*), trennt sich äußerst scharf von der Fläche des Busens, in der man nur mit großer Schwierigkeit einige Unebenheit wahrnimmt. Nur hin und wieder zeigt sich am Fuße der Berge ein schmales, niedriges Vorland.

Vielleicht bilden nirgends auf der Mondoberfläche die Berge eine so schöne und mannigfaltige Gruppirung als hier. Um den herrlichen Anblick in seiner ganzen Fülle zu genießen, wähle man einen Abend, wo bei nördlicher Mondbreite noch 5 Tage bis zum Vollmonde fehlen. Alsdann zieht der ganze mächtige Gebirgsbogen vom Laplace bis Heraklides durch die Nacht hin, während man von dem Vorlande noch nichts, und von dem tiefgrauen Sinus nur einen kleinen Theil erleuchtet sieht. Am folgenden Abend hat sich sodann das Gebirgsland im Rücken jenes Landes entwickelt, und man erblickt hier wie auf einer Musterkarte alle Mondformen vereinigt: ein alpenhohes Hauptgebirge; ein zahlreiches System starker Bergketten; Tausende von einzelnen Bergen und Hügeln; zarte, parallel neben einander ziehende niedrige Rücken (besonders bei Condamine, Harpalus und Louville); mehrere Rillen und ähnlich geformte Thäler; zerstreute Krater von allen Formen und Größen, und im südöstlichen Theile von Mairan, bis gegen den 35sten Grad nördlicher Breite hin, eine von Kratern gleichsam wimmelnde Landschaft, deren immer mehr aufblitzen, je länger man in einem guten Fernrohre diese Gegend betrachtet.

Hier war es auch, wo (nach Fontenelle's Dialogen über die Mehrheit der Welten) ein Jungfrauenantlitz gesehen worden sein sollte. Schröter glaubte etwas Aehnliches in der Gestalt des Vorgebirges Heraclides und seiner nächsten Umgebung zu erblicken. Die Aehnlichkeit ist jedenfalls, mindestens wie diese Gegend jetzt erscheint, eine sehr entfernte und gezwungene.

---

*) Der Tycho, ein Ringgebirge, hat folgende Verhältnisse:

östlicher Rand über der Tiefe	15055	Fuß.
westlicher " " "	16050	"
westliche Terrassen " "	4290	"
Centralberg " "	4680	"

Der kleinsten Ringgebirge, der sogenannten Krater, giebt es auf der diesseitigen Mondhalbkugel 40—50000.

Berühmte Astronomen, Hipparch, Tycho, Kepler, Humboldt und andre große Männer haben dort ihre Besitzungen. Die Erde gehört andern Leuten. —

11. Die Einflüsse des Mondes auf die Erde sind gleichfalls ein Gegenstand, der zu den abenteuerlichsten Meinungen Veranlassung gegeben hat, und welchen die fruchtbare Einbildungskraft früherer Zeiten in ein fertiges System zu bringen keinen Anstand nahm, lange bevor eine gründliche Beobachtung auch nur angefangen hatte, einige Data zu einem solchen zu liefern. So blieb nichts übrig, als, mit gänzlicher Beseitigung jenes alten auf Nichts basirten astrologischen Wustes, Alles von vorn anzufangen und auf beharrlich-consequentem Wege, ohne alle Uebereilung, die Gesetze zu erforschen, die einer solchen Wechselwirkung, in wie fern sie besteht, zum Grunde liegen.

Wir kennen mit Sicherheit drei verschiedene Arten der Wirkung eines Weltkörpers auf den andern: Anziehung, Erleuchtung, Erwärmung, wiewohl letztere nur bei der Sonne erfahrungsgemäß feststeht. Alle andern Einflüsse sind nun entweder bloß mittelbare Folge der drei genannten, oder sie sind selbstständig oder unabhängig von ihnen. Ein Beispiel unter vielen möge dies verdeutlichen. Man hat bemerkt, daß die Krebse bei zunehmendem und im Vollmonde fetter sind als im Neumonde. Die Ursache ist keine andere, als daß sie ihre Nahrung, der sie des Nachts nachgehen, in mondhellen Nächten besser sehen als in dunklen; mithin ist dies keine besondere Einwirkung, sondern eine Folge der Erleuchtung; und in ähnlicher Weise mögen manche in Bezug auf die Pflanzen- und Thierwelt gemachten Wahrnehmungen zu erklären sein.

Die Ebbe und Fluth des Meeres ist eine nothwendige Folge der Anziehung des Mondes (und der Sonne). Der Umstand, daß die dem Monde näheren Theile der Erde mehr, die entfernteren weniger von ihm erfahren, bewirkt eine gegen den Mond gerichtete Verlängerung der Form des Planeten, so weit er dieser Einwirkung nachgeben kann, d. h. so weit er aus zusammenhängenden Oceanen besteht. Denn der feste Erdkörper und alles auf ihm Befindliche kann keiner andern Anziehung folgen als der, welche das Centrum der Erde erfährt.

Der Einfluß des Mondes auf die Witterung ist noch sehr wenig festgestellt; indeß kann man nach den bisherigen Untersuchungen annehmen, daß er nur äußerst gering, obwohl nicht ganz zu verwerfen sei. Daß bei der Erdferne des Mondes die Witterung durchschnittlich etwas heiterer und trockner sei, auch das Barometer höher stehe, als bei der Erdnähe, haben bereits frühere Beobachter dargethan, und Mädler findet es durch seine eignen Wahrnehmungen bestätigt; überdies ergeben sie eine etwa ½ Grad höhere Temperatur zur Zeit der Erdferne. Die größeren Veränderungen der Witterung haben sich dagegen bis jetzt als unabhängig von der Stellung und Entfer-

nung des Mondes gezeigt. Sehr allgemein ist die Behauptung, daß mit dem Eintritte des Voll- und Neumonds die Witterung sich häufiger ändere, als zu andern Zeiten; es ist äußerst schwierig, hierüber zu entscheiden, und man wird ganz andere Wege einschlagen müssen als bisher, wenn man zu einem von Voraussetzungen freien Resultate gelangen will. — Nach Schübler fällt der meiste Regen bald nach dem ersten Viertel, der wenigste um die Zeit des letzten Viertels, doch ist auch hier der Unterschied gering.

Mit diesen Witterungs-Einflüssen hängen denn auch wohl die Veränderungen zusammen, die man in der Pflanzen- und Thierwelt wahrgenommen haben will*), so wie nicht minder der Einfluß des Mondes auf Krankheiten des Menschen, der übrigens noch keinesweges feststeht und jedenfalls, wie fast Alles in dieser Beziehung, sehr übertrieben worden ist, auch höchst wichtige Autoritäten, wie Olbers, gegen sich hat, wenn gleich nicht geleugnet werden kann, daß selbst die meisten Aerzte sich mehr oder minder für einen solchen Einfluß aussprechen. Der Mond ist 50mal kleiner als die Erde, hat nur $\frac{1}{85}$ ihrer Masse, ist 50000 Meilen entfernt (die viel weiter entfernten Planeten können noch weniger wirken), kurz die Witterung eines Ortes, Landes ꝛc. hängt, so viel wir bis jetzt wissen, vielmehr vom Winde, von der Erhebung über das Meer, von geographischer Breite und Länge und Localursachen mancherlei Art ab. Alle Wetterpropheten haben bis jetzt noch immer Fiasco gemacht. —

Ein bisher ganz unbekannt gebliebener, von Niemand geahnter Einfluß des Mondes, der auf die Bewegungen der Magnetnadel, ist vor Kurzem durch Kreyl's äußerst sorgfältige und genaue Beobachtungen am Gauß'schen magnetischen Apparat bekannt geworden. Durch diesen höchst sinnreichen Apparat ist es jetzt möglich, selbst einzelne Bogensecunden in den Schwingungen der Nadel noch sicher zu unterscheiden, und durch dreijährige, täglich 7mal wiederholte Beobachtungen dieser Schwingungen hat Kreyl gefunden, daß der Nordpol der Magnetnadel ein Bestreben äußere, sich von derjenigen Seite des Meridians, wo zur Zeit der Mond steht, wegzuwenden, daß ferner die Schwingungen längere Zeit erfordern, wenn

*) Landleute meinen, daß die bei zunehmendem Monde gestreute Saat besser gedeihe als die bei abnehmendem Mondlichte gepflanzte — daß das bei abnehmendem Monde gefällte Holz weniger faule — daß der Witterungswechsel in der Regel mit Neu- und Vollmond zusammenfalle u. s. w. Aerzte (Quacksalber und Charlatans?) vertreiben während des abnehmenden Mondes den Bandwurm u. s. w. Der Einfluß des Mondes auf sogenannte „Mondsüchtige" wird durchweg behauptet. Auch steht es jetzt fest, daß das Mondlicht eine (freilich sehr schwache) Wärme verbreitet.

der Mond in der Erdferne steht, und eine kürzere in der Erdnähe, und er schließt hieraus:

Der Mond ist ein der magnetischen Kraft unterworfener Körper, und auf seiner der Erde zugewendeten Seite herrscht derjenige Magnetismus vor, der die magnetische Kraft der Erde verstärkt und den Südpol unsrer Nadeln anzieht.

Jedoch auch dieser Einfluß, obwohl gewiß, ist ungemein schwach: die erwähnte Ablenkung der Nadel beträgt im Durchschnitt nur 7 Secunden (die durch Nordlichter veranlaßte kann 600- bis 800mal stärker sein), und die Verstärkung der Kraft in der Erdnähe beträgt noch nicht den tausendsten Theil der ganzen Kraft.

Eine erwärmende Kraft des Mondstrahls haben zwar die sorgfältigsten Untersuchungen Mitscherlich's u. A. nicht entdecken können; wäre sie nur, meinte man, $\frac{1}{100}$ Grad, so hätte sie sich verrathen müssen; trotz dem steht sie jetzt fest.

Die chemische Wirkung des Mondlichts ist auch nicht gänzlich Null; es ist Arago und neuerdings Daguerre gelungen, durch Einwirkung des Mondscheins auf Chlorsilber einen bleibenden weißen Fleck von der Form des Mondes zu erzeugen*).

Was aber endlich die Steine betrifft, die nach Benzenberg's etwas gewagten Behauptungen aus dem Monde — und zwar von dessen Vulkanen ausgeworfen — zu uns gelangen sollten, so stehen dieser Annahme zu viele Gründe entgegen, als daß sie für wahrscheinlich gelten könnte. Die Beobachtungen zeigen uns nicht allein keine Vulkane, sondern sie lehren auch, daß fast alle Bedingungen der Erdvulkane dort fehlen. Gleichwohl müßte ein Vulkan, der im Stande wäre, einen Stein Tausende von Meilen hoch (6000 Meilen nach der mäßigsten Rechnung) zu werfen, da sie nicht früher in die Sphäre gelangen können, wo die Erdanziehung die Mondanziehung überwiegt, eine ungeheure Kraft haben, und seine gewaltigen Ausbrüche könnten uns nicht verborgen bleiben. Die Meteorsteine sind, wenn nicht in unsrer eignen Atmosphäre, irgendwo im freien Weltraume, nicht aber auf dem Monde zu Hause. Als Endresultat über den Einfluß des Mondes auf die Witterung sagt Mädler, der in dieser Beziehung mit Recht als eine Autorität angesehen wird, in seiner neuesten Schrift: „Der Astronom kann am Himmel die Witterung nicht bestimmen. Die Einwirkung der Sonne ist in jedem Jahre dieselbe; der Mond ist möglicher Weise von einem jeden Falls

---

*) In England und Nordamerika hat man angefangen, photographische Bilder der Mondoberfläche zu entwerfen. Die Schwierigkeiten, welche dabei durch die Bewegung der Erde und des Mondes entstehen, sind noch nicht vollständig überwunden.

nur geringen Miteinflusse*), die sogenannten Planetenconstellationen sind entschieden ganz bedeutungslos.“ —

So vereinigt sich Alles, was wir über diese noch sehr räthselhaften Gegenstände wissen, dahin: daß es zwar sehr mannigfaltige Wechselbeziehungen zwischen Erde und Mond gebe, daß aber keine einzige derselben von Erheblichkeit sei, und daß wir namentlich die Hauptursachen aller derjenigen Veränderungen, die in unsrer Atmosphäre vorgehen, durchaus nicht im Monde, sondern ohne Zweifel viel näher zu suchen haben. —

12. Beim Anblick der von unserer Erde so sehr verschiedenen Mondoberfläche fragt man natürlich, durch welche Naturkräfte dies entstanden, ob es von jeher so gewesen, oder wie es sich nach und nach ausgebildet habe? Wir vermögen diese und ähnliche interessante Fragen nur unvollkommen und hypothetisch aufzulösen: eine Selenogonie darf nicht hoffen, an Bündigkeit ihrer Sätze die Geologie zu erreichen oder gar zu übertreffen.

Nehmen wir mit Laplace an, daß die Weltkörper unsers Sonnensystems, und die Sonne selbst, aus einem Zustande der Zerstreuung und nebelartiger Dünnheit, in welchem sie den ganzen, jetzt wirklich oder scheinbar leeren Raum anfüllten, in ihren jetzigen Zustand der Consistenz und zu bestimmten Formen durch allmählige Verdichtung gelangt sind, welche als Folge der Erkaltung gedacht werden muß, so ist begreiflich, daß diese Verdichtung, namentlich bei kleineren Weltkörpern, nicht im Centro zunächst, sondern mehr in den äußern, die nachherige Oberfläche bildenden Theilen begonnen haben, und von Außen nach Innen, nicht umgekehrt, vorgeschritten sein muß. Indem solchergestalt der Umfang des Ganzen sich fortwährend verminderte, wurden die inneren Theile, sobald die Oberfläche einigermaßen einen consistenten Zustand gewonnen hatte, gewaltsam zusammengepreßt, und mußten, da sie jetzt nicht mehr ungehemmt entweichen konnten, durch ihren Widerstand Eruptionen veranlassen, wo-

---

*) Von den Sprüchen, die man aus dem Munde der Landleute über die Direction der Witterung durch den Mond hört, ist einer der besten in westphälischer Mundart:

Liggt de Mane open Rüggen,
Löppt et Water over de Brüggen.
(Liegt der Mond auf dem Rücken,
Läuft das Wasser über die Brücken.)

Zur Zeit der Frühlingsnachtgleiche, um welche Zeit die Schneemassen in den Gebirgen schmelzen, nimmt die Mondsichel einige Tage nach dem Neumonde eine wagerechte Stellung an; sie gleicht einem schwimmenden Kahn. Der Grund ist der: zur Zeit der Nachtgleichen nimmt die Ekliptik gegen den Horizont die steilste Stellung an; die Mondsichel, welche nahezu in der Ekliptik sich befindet, nimmt darum fast eine horizontale Stellung an. —

bei man gar nicht nothwendig hat, an Feuerausbrüche zu denken. Die früheren dieser Eruptionen waren auch die dem Umfange nach größten, da das Ganze noch zu wenig locale Besonderheiten darbot, und überhaupt alle Naturrevolutionen in größerem Style vor sich gehen und von desto kolossaleren Kräften bewegt werden, je früher die Epoche ist. So entstanden die größten und ursprünglich auch wohl tiefsten Wallebenen und Ringgebirge. Als in späteren Perioden die Ausbrüche nicht mehr vom Centro des Ganzen aus, sondern mehr von einzelnen, der Oberfläche näher gelegenen Punkten sich erzeugten, wurden auch ihre Wirkungssphären immer enger, so daß sich zuletzt Alles auf die Bildung kleiner Krater beschränkte. Dazu kam, daß die Oberfläche selbst inzwischen an Festigkeit gewonnen hatte, was eben so sehr eine größere Concentration der Kraft bedingte. Diese mußte sich endlich begnügen, anstatt durchzubrechen, nur die Oberfläche emporzuheben, und auch dies größtentheils nur da, wo die relative Lockerheit des Bodens dieses begünstigte, also da, wo früher schon ein Ausbruch erfolgt und dadurch die fortschreitende Verdichtung gewaltsam unterbrochen war. Daher die Centralberge.

13. Nur ungern, sagt Mädler, berühre ich eine zweite Frage, die über die Bewohner des Mondes. Nicht als ob ich die hohe Wichtigkeit des Gegenstandes verkennen oder die absolute Unmöglichkeit einer Beantwortung für alle künftigen Zeiten behaupten wollte, sondern weil sie leider durch die leichtsinnige Art, mit der sie bisher meistens behandelt worden, bei Allen, die es mit wahrer Wissenschaftlichkeit ernstlich meinen, in Mißcredit gekommen ist. Ich habe nichts Gewisses über sie erforscht, so wenig als Andere vor mir, kann keine Hoffnung hegen, daß es der Nachwelt gelingen werde, und kann ungewissen und aller Wahrscheinlichkeit entbehrenden Vermuthungen eine Stelle einzuräumen mich nicht entschließen. — Daß alles Erschaffene zu weisen und edlen Zwecken geschaffen sei, ist ein Gedanke, dessen Nothwendigkeit sich unserm Geiste aufdrängt. Da ferner das Lebendige höhere und edlere Zwecke erfüllt als das Leblose, so haben wir überall, wo lebende Geschöpfe möglich sind, diese auch als wirkliche anzunehmen. Alles, was im Vorstehenden über den Mond gesagt ist, beweist nun allerdings, daß weder wir selbst, noch irgend ein Geschöpf unsers Erdkörpers dort existiren können*),

*) Die Schwere bedingt den Zusammenhang des Menschen mit der Erde, des Mondbewohners mit dem Monde u. s. w. Diese Verbundenheit kann nicht gelöset werden. Der Erdenmensch kann nur auf der Erde, nicht auf einem andern Weltkörper leben. Er ist ein Product der Erd-, nicht der Mondverhältnisse; sein Wesen steht daher mit den Erdkräften, die ihn in's Dasein gerufen, in vollkommenster Harmonie. Das Gegentheil ist ganz undenkbar.

aber es hebt keineswegs die Möglichkeit aller und jeder Lebensformen für den Mond auf, und so werden allerdings (vielleicht) lebende Wesen jene Gefilde bewohnen. Aber Vieles von dem, was für uns unabweisbares Bedürfniß ist, ist für sie nicht vorhanden; und auf der anderen Seite mag Manches, was wir mit keinem Namen belegen, den Mondbewohnern unentbehrlich sein. Ihre Sehorgane müssen für stärkeres Licht eingerichtet sein und größere Contraste desselben ohne Nachtheil ertragen können. Ihre Bewegungen können eben so wenig den unsrigen entsprechen; es scheint, daß sie, mit den unsrigen verglichen, ungleich leichter als diese sein müssen*). Wenn wir auch im Allgemeinen wissen, wie ihre Tage und Nächte beschaffen sind, welchen Anblick ihnen das Firmament gewährt und dergl., so reicht dies Alles doch nicht hin, uns von ihrer Gestalt, Größe, Lebensweise und dergl. auch nur den allgemeinsten Begriff zu bilden, der mehr als ein Phantasiegebilde wäre, und es wird eben so unmöglich bleiben, sie zu sehen, als zu ihnen zu gelangen; ja selbst die Idee, mit ihnen zu correspondiren (obgleich der hochverdiente Brandes in dieser Beziehung einige nicht ganz chimärische Vorschläge gethan hat), dürfte doch wohl eben so wenig jemals zu realisiren sein. Ob wir sie einst, bei größerer Vervollkommnung der optischen Hülfsmittel, in ihren Werken erkennen werden? An Werke, die mit den unsrigen Aehnlichkeit hätten, ist wohl nicht zu denken, und so wird es stets eine mißliche Sache bleiben, das, was uns die Fernröhre in dieser Beziehung vielleicht zeigen dürften, richtig zu deuten.

So betrachtet, gestalten sich unsre Zukunfthoffnungen in Bezug auf nähere Kenntniß der Seleniten äußerst dürftig und der ungeduldigen Phantasie gar mancher Erdbewohner wenig entsprechend; allein der wahre Zweck unsrer Himmelsforschungen ist auch keineswegs darin zu suchen. Insbesondere sind in Betreff des Mondes noch ganz andre und in der That wichtigere Fragen zu beantworten. Wie war er ursprünglich beschaffen? Welchen Gang hat seine Ausbildung genommen? Waren seine Rotationsbewegungen stets so, wie sie jetzt sind, oder nicht? Wie harmonirten diese Bewegungen mit der Lage und Größe seiner Achsen? In welchen Beziehungen läßt sich ein Einfluß des Mondes auf die Erde darthun, und welche Gesetze finden rücksichtlich dieser Einflüsse statt? Dies sind nur einige der Punkte, worüber wir mit Wahrscheinlichkeit Einiges von der Zukunft erwarten dürfen; sie werden uns, richtig behandelt, mehr

*) Existiren auf dem Monde Thiere und Menschen, die doch zuletzt von Vegetabilien leben müssen, so werden, wegen des, aus der unbedeutenden Atmosphäre zu erschließenden, geringen Wachsthums der Pflanzen, die dortigen Menschen, wie Dr. Ule meint, etwa die Größe der Ameisen haben.

und bessere Aufschlüsse über den Mond und seine Beziehungen zur Erde verschaffen, als es selbst ein leibhaftiger Selenit vermöchte, wenn wir seiner habhaft werden könnten. —

---

11. Von den Kometen.

Außer den 63 (65?) Haupt- und 23 Nebenplaneten gehört noch ein sehr großes Heer von Kometen zu unserm Sonnensystem. Kennt man ihre Anzahl nicht, so weiß man doch, daß sie sehr groß ist. Innerhalb der Mercursbahn hat man 20, innerhalb der Venusbahn 70 Kometen beobachtet, die daselbst in den Punkt ihrer Sonnennähe (in's Perihel) traten. Wie viele mögen unbeachtet vorbeigegangen sein, entweder weil sie ihre Sonnennähe in der Nähe des Südpols erreichten, oder weil zu der Zeit trübe Witterung herrschte, oder weil sie in der Nähe der Sonne, folglich bei Tage am Himmel standen! Ohne Zweifel ist ihre Anzahl ungeheuer groß — Myriaden. Schon Kepler sagte, ihrer seien (im Weltoceane) mehr als der Fische in den Oceanen der Erde. Sie sind mit den Sternschnuppen und Feuerkugeln (Meteoriten) das eigentliche Volk des Sonnensystems oder eine Species (Art) desselben, die Planeten sind die Großwürdenträger, welche den Herrscher ihrer Welt nahe umstehen:

„umstanden geschäftig den Herrscher der Welt,
die Würde des Amtes zu üben."

Die Bahnen der Kometen liegen nicht in der Ebene der Ekliptik oder in ihrer Nähe. Solcher giebt es auch, andere aber durchschneiden die Ekliptik unter allen Winkeln, drehen sich auch nicht, wie sämmtliche Planeten, von Westen gegen Osten um die Sonne, sondern gehen in den verschiedensten Richtungen; sie sind bald recht-, bald rückläufig. Für sie giebt es in dieser Hinsicht keine Regel, sie sind die freien Wanderer am Himmel. Ueber die, deren Neigung gegen die Ekliptik man bestimmte, hat man folgende Zusammenstellung gemacht:

Neigung der Kometen gegen die Ekliptik.	Zahl derselben rechtläufig.	Zahl derselben rückläufig.
von 0° bis 30°	24	15
„ 30° „ 60°	34	42
„ 60° „ 90°	27	29
	85	86

Im Mittel lassen sich beide Arten auf zwei Ebenen reduciren, welche mit der Ekliptik einen Winkel von 45° machen und auf einander senkrecht stehen. In der einen, mehr oder weniger, bewegen sich die recht-, in der andern die rückläufigen Kometen.

An ihnen, wenigstens den meisten, größten, bemerkt man drei Theile: den Kern, die Nebelhülle, den Schweif. Wegen des Schweifes, der oft mit einem Besen Aehnlichkeit hat, hat man die Kometen Schweifsterne, auch Lichtbesen genannt.

Der Kern ist gewöhnlich klein, hat ein helleres, wenn auch, mit dem Planetenlichte verglichen, trübes Licht; manche Kometen hatten keinen Kern, nur Dunsthülle. Der Kern ist meist gar nicht scharf begränzt.

Die Nebelhülle scheint der wesentlichste Theil der Kometen zu sein; denn noch keinen sah man ohne sie, wohl aber welche ohne Schweif, andre ohne Kern.

Zu den Planeten scheinen sie etwa in demselben Verhältniß zu stehen wie die Wolken zu den Bergen der Erde.

Die Nebelhülle umgiebt den Kern in einer kugelförmigen Gestalt, die sich mit der einen Seite verlängert und dadurch den Schweif bildet. Zwischen dem Kern und der Nebelhülle ist gewöhnlich ein dunklerer Zwischenraum. Durch die Nebelhülle sieht man die Fixsterne, fast ungeschwächt. Manche Kometen hatten mehrere Nebelhüllen. Nach Herschel bilden sie die Atmosphäre der Kometen, erzeugt durch die Sonnenstrahlen in der Sonnennähe.

Der Schweif liegt meist auf der der Sonne abgewandten Seite des Himmels, in der Regel gebogen, mit der erhabenen (convexen) Seite nach der Himmelsgegend gerichtet, wohin der Komet geht. Manche sind mit mehreren Schweifen erschienen*). Dieselben scheinen erst mit der Annäherung zur Sonne zu entstehen, mit derselben zuzunehmen, mit der Entfernung von der Sonne abzunehmen, endlich wieder zu verschwinden. Manche Schweife hatten eine solche Länge, daß sie mehr als den vierten oder dritten Theil des scheinbaren Himmels durchzogen. Die meisten sind nur durch Fernröhre sichtbar (teleskopische Kometen).

Der größte, bis jetzt in dem laufenden Jahrhundert erschienene war der im Jahre 1811. Sein Kopf hatte einen Durchmesser von

*) Der Komet von 1824 hatte zwei Schweife, einen längeren, von der Sonne abgewandt, und einen kürzeren, ihr zugewandt, und der von 1744 hatte sechs Schweife neben einander. Man hat auch ein Beispiel von einem Doppel-Kometen. Der nach Biela genannte theilte sich im Winter von 1845 auf 46 in zwei abgesonderte Kometen von Anfangs fast gleichem Ansehen, bis nach und nach der eine mehr und mehr abnahm.

wenigstens 140000 Meilen, und sein Schweif überragte die Entfernung der Erde von der Sonne weit; er war 25 Mill. Meilen lang.

Ob sie ihr Licht von der Sonne erhalten oder eigenes Licht haben, oder ob Beides zugleich stattfindet, ist noch nicht mit mathematischer Gewißheit ausgemacht. Nach den neuesten Untersuchungen haben sie auch eigenes Licht. Ihre ganze Masse scheint aus Dunst zu bestehen; er ist weder etwas Flüssiges, noch etwas Gasförmiges; sonst müßte der Lichtstrahl sich darin brechen. Die Theile des Schweifes sind ohne Zweifel so fein, daß die Erde, wie es gewiß schon oft der Fall gewesen ist, sich in einem solchen Schweife befinden konnte, ohne daß es merkbar wurde*). Auf die Bahnen der Planeten, in deren Nähe sie kommen, scheinen sie gar keinen Einfluß zu haben. Sie füllen bei der kleinsten Masse den größten Raum im Sonnengebiete aus.

Die Bahnen, welche die Kometen um die Sonne beschreiben, sind krummlinig (Curven); ob sich alle in Ellipsen bewegen, ist ungewiß. Möglich, daß manche in Parabeln oder Hyperbeln sich bewegen und zur Sonne nicht zurückkehren. Wie der Kreis für die Planetenbahnen, so ist die Parabel für die Kometenbahnen die Grenzform. Die Ellipsen, in welchen sie laufen, sind in der Regel sehr länglich, lang gestreckt (sehr excentrisch), die Umlaufszeiten höchst verschieden, von einigen Jahren an bis zu Jahrtausenden. Bei den Planeten ist die ovale Laufbahn höchstens so gestaltet, daß ihre größte Entfernung von der Sonne zu dem kleinsten Abstande nicht größere Verschiedenheit zeigt als 5 : 3. Bei den Kometen selbst von kürzester Umlaufszeit zeigt dasselbe Verhältniß im Allgemeinen die Zahlen 12 und 1. Wir sehen die Kometen, welche wir sehen, nur in einem kleinen Theile ihrer Bahn, in welchem der Punkt der Sonnennähe liegt. Hier hat die Ellipse die größte Krümmung. Ein kleiner Fehler in der Beobachtung giebt daher eine ganz verschiedene Ellipse. Daher stimmen die Angaben der Astronomen in Betreff der Umlaufszeit eines Kometen oft nicht mit einander überein.

Bis zur neuesten Zeit kannte man nur von vieren die Umlaufszeit**).

---

*) Nach Olbers' Berechnung ging die Erde am 26. Juni 1819 durch den Schweif eines Kometen, den man erst einige Tage nachher wahrnahm.

**) Was für eine Arbeit die genaue Berechnung einer Kometenbahn ist, entnehme der Leser aus der Versicherung, daß der geübteste Rechner drei Jahre gebraucht, um eine Erscheinung des Halley'schen Kometen so zu bestimmen, daß allen Erfordernissen Genüge geleistet ist. Der Encke'sche Komet erfordert fast für sich allein einen Berechner. Mädler, astronomische Briefe, S. 461.

der Komet des Astronomen	Halley	hat eine Umlaufszeit *) von	76 Jahren;
= = = =	Olbers	= = =	74 =
= = = =	Encke	= = =	$3\frac{1}{4}$ =
= = = =	Biela	= = =	$6\frac{3}{4}$ =

Diese vier wandeln unter den Planeten herum, gehören also recht eigentlich zu unserm Sonnensystem. Fig. 32. veranschaulicht die Lage ihrer Bahnen. Der Halley'sche Komet, der zuletzt 1835, nur kleiner und schwächer, als man ihn erwartet hatte, erschien, ist der erste gewesen, dessen Umlaufszeit man zu bestimmen das Glück gehabt hat. Seine nächste Wiederkehr steht 1912 bevor.

In der allerneuesten Zeit scheint man noch von vieren die Umlaufszeit bestimmt zu haben, die bei allen kurz ist:

der von Faye in Paris	1843	entdeckte, Umlaufszeit	$7\frac{5}{12}$ Jahre;
= = de Vico in Rom	1844	= =	$5\frac{1}{2}$ =
= = Brorsen in Kiel	1846	= =	$5\frac{7}{12}$ =
= = d'Arrest	1851	= =	$6\frac{1}{2}$ =

Im Ganzen mag man, so weit die Nachrichten darüber in das Alterthum hineinreichen, 6—700 Kometen gesehen haben. Unter der Zahl der bis jetzt berechneten Kometen sind ihrer 6, deren Sonnenferne innerhalb der Neptunsbahn liegt; man nennt sie innere Kometen. Es sind die vorher genannten Kometen von Encke, de Vico, Brorsen, Faye, Biela und d'Arrest. Außer ihnen giebt es noch 2, die auch eine geringere Umlaufszeit als Neptun (und selbst als Uranus) haben, nämlich der oben genannte 74jährige Komet von Olbers und der 76jährige Komet von Halley. Deren Sonnenfernen liegen aber jenseits Neptun.

Der große Komet von 1811 ist etwa zur Zeit des trojanischen Krieges zum vorletzten Male erschienen; 4691 n. Chr. wird er nach Argelander wiederkehren. Der Donatische Komet hat eine Umlaufszeit von 2500 Jahren. Olbers, der sich besonders mit den Kometen beschäftigt hat, unterscheidet 3 Arten: 1) solche, bei denen die Sonne keine Repulsivkraft auf die Materie des Kometen äußert — schweiflose Kometen, die aus bloßer Dunstmasse bestehen; 2) solche, an welchen die Repulsivkraft der Sonne, nicht aber die der Kometen selbst zu bemerken ist — Schweifkometen ohne Schweifmaterie nach

*) Die Ungewißheit der Umlaufszeit der Kometen steigt mit der Zeit des Umlaufs. Die Unsicherheit beim Encke'schen Kometen (1208 Tage) ist nur eine halbe Stunde, beim Olbers'schen 2 Monate; bei dem von 1811 (3065 Jahre) 43 Jahre, bei dem von 1680 (8800 Jahre) über ein Jahrtausend. Der größte Abstand des Kometen von 1811 von der Sonne beträgt gegen 14 Neptuns- oder 420 Erdweiten.

der Sonne zu; 3) solche, an welchen beide abstoßenden Kräfte bemerkbar sind — Kometen mit einer breiten dunklen Bande in der Mitte des Schweifes. —

Da die Kometen durch die bekannten Centralkräfte, die Anziehungskraft der Sonne und die Schwungkraft, in Folge des Beharrungsvermögens der Materie, regiert werden, überhaupt den Kepler'schen Gesetzen unterworfen sind, so kann man (nach dem dritten) aus der Umlaufszeit eines Kometen die (mittlere) Entfernung berechnen. Die große Achse der Bahn des Halley'schen Kometen verhält sich zur kleinen beinahe wie 2 : 1, jene beträgt 750 Millionen Meilen, diese beinahe 400. In seiner Sonnennähe ist er nur 12 Millionen Meilen, dagegen in der Sonnenferne doppelt so weit als Uranus von der Sonne entfernt. Seine Bewegung geschieht von Ost gegen West, also gegen die Ordnung der Zeichen des Thierkreises, mit dem seine Bahn nicht zusammenfällt. In seiner Sonnennähe bewegt er sich 2mal so schnell als die Erde, er verweilt daher nur $2\frac{1}{2}$ Monate innerhalb der Erdbahn; in der Sonnenferne ist seine Geschwindigkeit nur $\frac{1}{30}$ der Geschwindigkeit der Erde.

Im Jahre 1846 theilte sich der Biela'sche Komet in 2 gesonderte Kometen, beide Anfangs vollständig mit Kopf, Nebelhülle und Schweif versehen. Zwischen beiden bemerkte man einen Lichtbogen, einer Brücke zu vergleichen, von Kopf zu Kopf, der aber nachher verschwand. Sie entfernten sich immer weiter von einander. Als sie 1852 wieder erschienen, waren sie schon 300000 Meilen von einander entfernt. Die Umlaufszeit beider ist jetzt um 1 Tag verschieden; die des helleren ist die längere und beträgt 2416 Tage. —

Von obigen Kometen können der Biela'sche und der Encke'sche einmal der Erde sehr nahe kommen, nämlich dann, wenn die Erde sich gerade in der Nähe eines Knotens ihrer Bahn mit den Bahnen dieser Kometen befindet. Auch können sie unter einander zusammentreffen. Ob diese mögliche, aber, weil die Bahnen der Kometen nicht in derselben Ebene liegen und von der Ekliptik sehr abweichen, unwahrscheinliche Annäherung ein wirkliches Zusammentreffen und für die einen oder andern von bedeutenden, vielleicht gefährlichen Folgen begleitet sein würde, wissen wir nicht mit Gewißheit. So viel aber steht fest, daß ihre Bahnen großen Veränderungen unterworfen sind. Die Kometenbewohner — wenn es welche geben sollte (?) — erfahren den ungeheuersten Wechsel von Licht und Finsterniß, Hitze und Kälte, und sie müssen beständig auf andere Zustände gefaßt sein, und sie — nicht wir — haben alle Ursache, vor unerwarteten Einflüssen und Calamitäten, die dieser oder jener Planet ihnen zufügen kann, bange zu sein. Sie können durch das

Zusammenkommen mit einem Planeten zu Grunde gehen, nicht der Planet*). Denn in dem Weltraume gilt die Masse, die Kometen haben aber so gut wie gar keine. Seien wir darum ohne Sorgen**)! Die Natur ist nicht auf Zerstörung, sondern auf Erhaltung, Entwicklung und Fortbildung angelegt; sie befindet sich mit allen ihren Geschöpfen und Wesen in der Hand Gottes; ohne seinen Willen kann nichts geschehen, und was geschieht, ist — gut. Die abergläubische***) Furcht vor den Kometen ist längst verschwunden. Alles ist — Gottes. —

---

*) Nach der von Olbers angestellten Wahrscheinlichkeitsrechnung stößt alle 220 Millionen Jahre ein Komet mit der Erde zusammen. — Der Encke'sche Komet scheint auf seiner Bahn einen Widerstand zu erfahren, der auf sein endliches Schicksal von Einfluß sein kann. Er kommt bei jedem Umlauf etwas früher ($\frac{1}{2}$ Tag) in die Sonnennähe, seine Bahn wird verkleinert, seit 1786 um $2\frac{1}{2}$ Tage. Die Astronomen schließen daraus auf ein „widerstehendes Mittel", den Aether, der aber nicht die Eigenschaft der Luft hat. Ob übrigens der Encke'sche Komet dermaleinst sich mit der Sonne verbindet, steht noch nicht fest. Nach Bessel kann man die Annäherung des Encke'schen Kometen zur Sonne noch anders erklären als durch die Widerstandskraft des Aethers, nämlich durch den von der Sonne abgekehrten Schweif desselben. Der Komet erfährt die Rück- oder Gegenwirkung desselben. (?)

**) „Was als bloße Möglichkeit bezeichnet werden muß", sagt Humboldt, „liegt außerhalb des Gebietes einer physischen Weltbeschreibung. Die Wissenschaft soll nicht überschweifen in das Gebiet cosmologischer Träume."

***) Wie die Astronomie überhaupt ein höchst lehrreiches Schauspiel, einmal der Verirrung des menschlichen Geistes, dann seiner allmähligen, zuletzt über alle, wenn auch noch so verjährten, ja für heilig erklärten Irrthümer triumphirenden Entwicklung und seiner dadurch offenbarten göttlichen Begabung darbietet, so werden insbesondere die Kometen auch dadurch lehrreich, weil man an ihnen sieht, wie wenig den Chroniken des Mittelalters zu trauen ist. Da erschienen Kometen als himmlische Zuchtruthen und Vorboten ungeheuren Unglücks in den erschreckendsten Gestalten, mit ungeheuren Köpfen und Schwänzen. Mit ängstlicher Sorgfalt beschrieb man ihr „fürchterliches" Aussehen, ob sie Flammen, Ruthen, gezückten Schwertern, feurigen Drachen u. dgl. glichen, in oder über welcher Stadt oder Gegend sie erschienen waren, über welchen sie stille gestanden und drohende Bewegungen gemacht, welche Unglücksfälle durch sie veranlaßt worden. Hier hatte einer eine merkwürdige Mißgeburt angezeigt, dort ein anderer den Gläubigen verkündigt, daß ein verloren gegangenes Christenkind von den Juden gestohlen worden, ein dritter hatte auf absonderliche Ketzer hingewiesen, ein vierter kündigte Heuschrecken, Pestilenz und Krieg an, ein fünfter war die Seele eines berühmten Verstorbenen auf dem Wege von der Erde in den Himmel u. s. w. Besonders erblickten die Kirchenväter in den Kometen die Boten des göttlichen Zornes, und der nahe Tod eines „berühmten" Fürsten pflegte durch sie angezeigt zu werden. „Geht ein Komet nach Westen, so kommt ein auswärtiger Krieg; geht er nach Osten, so kommt innerer Aufstand," hieß es noch im 17ten Jahrhundert. Traf es ein, so war die Weissagung gerechtfertigt; traf es nicht ein, so hatte das Gebet der Gläubigen, besonders das der reichbezahlten Priester und Mönche, den Zorn der Gottheit abgewandt. Der Pabst Clemens VII. sprach über den 1532 erschienenen Kometen den Bann aus, schnitt dadurch seine Gefährlichkeit für die Christenheit ab (!) und leitete sie auf die Türken, die damals Europa's furchtbarste Feinde waren. Nicht aber allein in katholischen, sondern auch in protestantischen Kirchen wurden Kometenpredigten gehalten, auch Glocken-

Schluß der Betrachtung unsers Sonnensystems.

Die Vergleichung der zu unserem Sonnensystem gehörenden Weltkörper liegt so nahe, daß wir sie dem Leser überlassen können. Nur einige Andeutungen aus einer geistvollen Schrift (Zend-Avesta von Fechner, I. S. 158):

„Die eine Weltkugel (Sonne) ist ein Riese, wogegen alle andern winzige Zwerge, und unter diesen wieder eine (Jupiter) ein Riese gegen alle andern. Die eine (Saturn) fast platt, andre (Sonne, Mercur, Mond) fast rein kugelig; die eine (Mond) rauh von Gebirgen, andere (Erde) verhältnißmäßig viel glätter; eine (Mercur) dichter als die Erde, eine andre (Saturn) 10mal dünner als die Erde, dünner als Kork und Aether; auf einer (Sonne) eine Feder bleischwer, auf andern (den Asteroiden) Blei federleicht; auf der einen (Erde, Mars) Nebel, Wolken, Wasser, Eis, auf der andern

---

geläute, das zum Theil — wenn auch ohne Verständniß der Leute — noch fortdauert, angeordnet. — Anno 1665 ordnete der württembergische Herzog Eberhard wegen eines in diesem Jahre erschienenen „nachdenklichen Kometsterns" drei „ausführliche, absonderliche Kometen-Bußpredigten" an, damit der Schöpfer „nicht mit denen vorhabenden Strafen wirklich hereinbrechen möge." —

„In unsrer Zeit" — Kosmos I. S. 119. — „hat sich seltsamer Weise eine andre und heiterere Richtung des Volkssinnes offenbart. Es ist in deutschen Gauen, in den anmuthigen Thälern des Rheins und der Mosel, einem jener lange geschmäheten Weltkörper etwas Heilbringendes, ein wohlthätiger Einfluß auf das Gedeihen des Weinstocks, zugeschrieben worden." (Kometenwein v. J. 1811!) — Seitdem man nicht mehr an die Schreckensgestalten glaubt, erscheinen sie auch nicht mehr (!). Der Aberglaube über die Kometen hing mit der Astrologie zusammen. Bald nach Kepler beschloß sie ihr irdisches Dasein. Nur hier und da hat noch ein absonderlicher Mensch einen Wurm im Kopfe. So leitete noch im Jahre 1838 ein deutscher Gelehrter, Dr. Forster (ein deutscher Professor?), eine lange Reihe von Pestilenzen, Mißernten, Kriegen, Religionsstreitigkeiten und andern Calamitäten der Natur und der Bosheiten der Menschen seit dem Jahre 2340 vor Christi Geburt bis auf die neueste Zeit von Kometen ab. Einer der Letzteren, die sich „biblische Geologen" nennen, ist Dr. Andr. Wagner, Prof. in München. („Geschichte der Urwelt," 1845.) Von ihm sagt Dr. Ule („Weltall, 1850" II. S. 514), daß er zu spät gekommen und kaum noch Aufmerksamkeit errege. Was er vortrage, sei keine Wissenschaft; denn er setze die zu ermittelnden Resultate voraus und seine Aufgabe sei es nur, die Natur nach willkürlichen Vordersätzen zu verdrehen, sein Werk sei deßhalb eine Brandmarkung des heiligen Namens der Wissenschaft.

Heut zu Tage läßt man die Kometen in Ruhe. Dagegen leitet ein Theil unserer „gläubigen" Pastoren nach wie vor ungewöhnliche Calamitäten (Mißernten, Cholera u. dgl.) von dem „Unglauben" der gegenwärtigen Menschheit ab*).

*) „Wer in Naturereignissen Strafen höherer Mächte am sterblichen Geschlechte erkennt, der beurtheilt die Weltordnung nach menschlichen Zwecken und schiebt ihr Motive unter, die ihrer nicht würdig sind. Das Menschengeschlecht straft sich selbst, und es bedarf nicht des zerschmetternden Blitzstrahles eines Gottes, um ein sündiges Geschlecht zu vertilgen. Die Ordnung der Welt ist ein Geheimniß, das am wenigsten der errathen kann, der sich selbst durch Annahme so kleinlicher menschlichen Motive alle höhere Einsicht verschließt. Einer allgemeinen Sündfluth, welche nach Moses das Menschengeschlecht und alle Thiergeschlechter bis auf wenige Stammhalter vernichtete, widerspricht am kräftigsten die Wissenschaft selbst."

(Mond) ewige Trockniß und klarer Himmel; auf der einen (Mond) ein Tag von einem Monat, auf andern (Saturn, Jupiter) nur von 10 Stunden; auf der einen (Mercur) das Jahr 88 unsrer Tage, auf einer andern (Neptun) mehr als Hundert unsrer Jahre lang; die eine um die Sonne schleichend, die andere eiligst rennend, die eine (Venus) in fast kreisförmiger Bahn, die andere (Pallas) in gestreckter Ellipse; die eine (Mercur) ganz nahe um die Sonne, die andre (Neptun) unsäglich weit davon; fast alle rechtläufig, doch einige (Uranusmonde) rückläufig; fast alle Bahnen sich umschließend, doch einige (der Asteroiden) wie Kettenglieder in einander greifend; für den einen (Mercur) die Sonne groß wie ein Wagenrad und glühend wie ein Ofen am Himmel stehend, für andre (Uranus, Neptun) wie ein ferner kalter Stern, dort der Tag blendend hell, hier dämmerig dunkel; manche (Venus, Mars) mit einer Nacht ohne Mond, andre (Erde, Jupiter, Saturn) mit 1, 4, 8 Monden; die meisten nackt, einer (Saturn) mit einem oder mehreren Reifen ꝛc. Und das Alles Unterschiede, die sich schon in vielen Tausenden, ja Millonen Meilen Entfernung beobachten oder erschließen lassen; wie mag nun Alles in der Nähe verschieden auf den verschiedenen Weltkörpern aussehen; wie ganz anders muß sich das organische Leben in Folge der andern Lebensbedingungen gestalten, wo die Schwere so ganz anders wirkt, wo die Sonne so viel glühender, oder so viel kälter, wo ein so ganz anderes Jahres- oder Tagesmaaß, die Mischung und Cohärenz der Stoffe so ganz anders ꝛc." —

12. Von den Fixsternen.

1. Die **Fixsterne**, so genannt, weil sie ihre gegenseitige Stellung im Wesentlichen nicht ändern (ehemals glaubte man auch, daß sie immer an demselben absoluten Orte des Weltraums beharrten; jetzt steht es fest, daß sie nicht feststehen), sind **selbstleuchtende** Körper, glänzen in sehr verschiedenem Lichte, stärker und schwächer, meist in weißem Lichte, doch mit mancherlei Färbungen. Durch Fernröhre gesehen, erscheinen sie alle als untheilbare Punkte, ohne allen Durchmesser und ohne ausfahrende Strahlen*). Von **wirk-**

---

*) Wer nie einen Fixstern durch ein Fernrohr gesehen hat, findet sich, wenn es zum ersten Mal der Fall ist, sehr getäuscht. Er erwartet **Vergrößerung** — und findet, weil die Strahlenblitze wegfallen, Verkleinerung. Je feiner das Instrument ist, desto feiner oder kleiner ist auch der unmeßbare **Lichtpunkt** des Sterns. An einem Kerzenlicht macht man ebenfalls jene Erfahrung. Mit bloßem Auge aus einiger Entfernung gesehen: ein strahlenerfüllter Raum, in einem Fernrohre nur eine Flamme. Es ist ganz gleich, ob man die Fixsterne mit bloßem Auge betrachtet, oder durch Fernröhre, die sie 100- oder selbst 1000mal näher bringen, es entsteht keine Vergrößerung. Wenn sie wie kleine Scheibchen

licher, beobachteter Größe kann man daher im Ernste gar nicht sprechen, wohl davon reden, aber sie nicht bestimmen: man kennt sie nicht; nur von scheinbarer Größe nach ihrer Helligkeit ist die Rede. Je nach der Lichtstärke oder dem Lichtglanze theilt man sie nun in Sterne von erster, zweiter u. s. w. bis zehnter, oder in den stärksten, Raum-durchdringenden Teleskopen gar vierzehnter Größe. Bei einiger Uebung lernt man mit bloßen Augen die Sterne erster bis sechster, ein scharfes Auge bis siebenter Größe unterscheiden *).

2. Die Zahl der mit bloßem Auge unterscheidbaren Sterne mag etwa 5- bis 6000 betragen. Nach gewöhnlicher Meinung ist die Zahl der sichtbaren Sterne viel größer; dieselbe wird demnach überschätzt. Als Fixsterne der ersten Größe nimmt man ihrer gewöhnlich 18 an.

Argelander bestimmt die Zahl der Fixsterne der verschiedenen Größen also:

1ster	2ter	3ter	4ter	5ter	6ter	7ter
20	65	190	425	1100	3200	13000
8ter	9ter Gr.					
40000	142000;					

die folgende Zahl ist also im Allgemeinen das 3fache der vorhergehenden. Nach dieser Annahme (die unter der Wahrheit bleibt) erhält man, wenn man 18 als erstes Glied annimmt, die (geometrische) Reihe 18 18.3 18.3.3 18.3^3 18.3^4 u. s. w. bis $18.3^{13} = 9{,}566000$ in runder Zahl und als Summe für die ganze Reihe 43 Millionen. Nach der Methode der

---

erscheinen, so rührt das von der runden Gestalt des vorderen Glases (des Objectivs) her. — Das Funkeln und Zittern der Sterne (die Scintillation) kennt Jedermann. Es ist sehr verschieden. Wega zittert weniger als Arctur und Prokyon. Die Planeten zittern weniger als die Fixsterne. Es hängt sehr von der Beschaffenheit der Atmosphäre, vom Standpunkte 2c. ab.

*) Der Schluß, daß der glänzendere der nähere sei und umgekehrt, ist falsch. Der hellste Stern des Centaur ist an Helligkeit dem ersten in der Leyer (Wega) gleich; letzterer ist aber wenigstens 3mal so weit entfernt als der erstere. Der Stern 61 im Schwan, ein Stern fünfter Größe (Wega ist von erster), ist uns näher als der letztere. Der Polarstern, viel heller als 61, ist fast 4mal so weit entfernt als dieser. Die Fixsterne haben folglich keinen absolut gleichen Glanz.

Verschiedene Astronomen haben die Lichtstärke verschiedener Sterne zu messen versucht. Nach John Herschel ist Sirius 324mal so hell als ein Stern 6ter Größe, nach Seidl derselbe 17mal so hell als Pollux, nach Steinheil überhaupt ist ein Stern 1ster Größe 180mal so hell als einer 6ter Größe.

Nach dem Gesetze, daß das Licht im Verhältniß der Quadratzahl der Entfernung an Stärke abnimmt, müßte man also einem Stern erster Größe etwa die 13fache Entfernung geben, um ihn zu einem Sterne 6ter Größe zu machen.

Nach Wollaston würden 20000 Mill. Siriusse so hell leuchten wie die Sonne.

Herschel'schen Sternaichungen beträgt die Zahl der in dem 20füßigen Teleskop Herschel's sichtbaren Sterne 20 Millionen*).

„Wo nur Bahnen möglich waren, da rollen Weltkörper,
Und wo nur Wesen sich glücklich fühlen konnten, da wallen Wesen."

3. Daß die Sterne nicht gleichmäßig an der Oberfläche des Himmels vertheilt erscheinen, weiß Jedermann: hier scheinen sie dünner, dort dichter zu stehen. Vorzüglich drängen sie sich in einem lichten Streifen zusammen, den man Milchstraße genannt hat. Er zieht sich in verschiedener Breite als ein größter Kreis durch das ganze Himmelsgewölbe hindurch. Für Herschel lösete sich der Schimmer, den wir mit bloßen Augen erblicken, meist in Sternhaufen auf.

Unsere Sonne befindet sich auch in der Milchstraße, nur nicht in der Mitte. Bewegen wir uns in Gedanken quer durch die Milchstraße (in der ihrer kreisförmigen Lage entgegengesetzten Richtung) aus ihr heraus in den Weltraum hinein, so verschwindet uns bald die Erde, unsre Sonne wird zu einem Fixstern, und die ganze Masse der Sterne der Milchstraße erscheint uns als eine flache Scheibe. (Fig. 45.) In dieser Scheibe, unterhalb der Mitte, steht unsre Sonne, in a. Könnte man die Milchstraße von entgegengesetzter Seite betrachten, so würde sie in linsenförmiger Gestalt erscheinen (Fig. 46.); sie ist mit einem Astral-Ringgewölbe zu vergleichen. Nach Herschel's Angabe können von d bis e 155 Fixsterne in gerade Linie gestellt werden, so daß die Entfernung je zweier auf einander folgenden der Entfernung unsrer Sonne von dem nächsten Fixstern gleich wäre, von f bis g 850 Sonnen.

Man kann sagen: Befände sich unsre Sonne näher nach dem Rande zu, und weniger in der Mitte des schmäleren Durchmessers des linsenförmigen Raumes, so würde die Milchstraße nicht den Sternenhimmel beinahe halbiren, wie sie es thut; stände sie in g oder ganz unter g, so würde sie als ein einfacher, zusammengedrängter Sternhaufen oder als ein Lichtnebel erscheinen.

4. Der Milchstraßen-Systeme scheint es mehrere zu geben. Mit bloßem Auge bemerkt man in sternhellen Nächten kleine Lichtwölkchen, Nebelflecke genannt. Herschel sah, daß einige aus Sternmassen bestehen. Die ungeheure Entfernung bewirkt, daß sie zusammen nur den Eindruck eines Schimmers auf das Auge machen. Unsere Entfernung von ihnen wird zu groß sein, als daß sie sich in einzelne Lichtpunkte auflösen könnten. Wo es indessen gelingt, da

---

*) Die ungeheuersten Zahlen begegnen sich im Großen und im Kleinen. Nach Ehrenberg besteht ein Cubikzoll des Polirschiefers bei Billin in Böhmen aus nicht weniger als 40000 Millionen Panzern von Infusorien (Galionellen).

gewährt das Gebilde einen unbeschreiblich prachtvollen Anblick. Ein Nebelfleck im Hercules zeigt bei der Auflösung 6—10000 im Fernrohr gleichzeitig sichtbare Sterne, deren Gedränge in der Mitte so dicht wird, daß zuletzt Alles in einen Lichtball zusammenfließt. In andern Fällen gewahrt man einen Haufen von Punkten wie feinen Sand, in noch andern Fällen einer theilweisen oder völligen Auflösung zeigt sich ein einzelner, heller Stern in der Mitte, röthlich oder goldgelb. Manche Nebelflecke bieten unter den günstigsten Umständen ein gleichsam wollflockiges Ansehen, eine Andeutung der Auflösbarkeit, wenn man noch stärkere Hülfsmittel anwenden könnte. Aber selbst mit Hinzurechnung dieser letzteren bilden die auflösbaren Nebelflecke doch nur einen geringen Theil der übrigen, bei denen sich bis jetzt keine Spur von Auflösbarkeit hat entdecken lassen. William Herschel entdeckte bereits 2500 Nebelflecke. Wenn ein in Sterne auflöslicher Nebelfleck 10 Minuten im Durchmesser hat, seine Oberfläche also etwa $\frac{1}{10}$ der Mondscheibe beträgt, so kann man die Zahl der in ihm enthaltenen Sterne auf 20000 schätzen. In der Umgebung der Nebelflecke stehen in der Regel wenig Sterne. In den kugelförmigen Nebelflecken stehen die Sterne gegen den Mittelpunkt hin am dichtesten. Die selbstleuchtende (diffuse) Materie der nicht auflöslichen Nebelflecke nimmt sehr große Räume ein. Es ist sehr wahrscheinlich, daß diese Materie sich nach und nach mehr und mehr verdichtet und zu fixsternähnlichen Bildungen führt, daß wir demnach „dem Entstehen wahrer Fixsterne" beiwohnen, die Natur in ihrer schaffenden Thätigkeit auch am Himmel ertappen. Dieses ist die Meinung großer Astronomen: Tycho's, Kepler's, W. Herschel's, Arago's ꝛc.*).

*) Diese Nebelflecke und Nebelsterne, umgeben von einer halb leuchtenden Dunstmasse, sind ein Bild der Urzustände unsers Sonnensystems.

Auch es bestand ohne Zweifel Anfangs aus einer chaotischen Nebelmasse, die sich weit über die jetzigen Grenzen unsers Sonnensystems ausdehnte. Da die Planeten alle in gleicher Richtung und fast in derselben Ebene sich bewegen, die Trabanten (die des Uranus ausgenommen) in derselben Richtung und fast in gleicher Ebene dieselben umkreisen, und da endlich der Centralpunkt unsers Systems, die Sonne selbst, und alle sie umkreisenden Körper dieselbe Richtung in ihrer Achsendrehung von West nach Ost zeigen, so kann daraus mit Recht geschlossen werden, daß alle diese Bewegungen die Wirkung einer einzigen natürlichen Ursache sind, welche auf den unermeßlichen Urnebel unseres Sonnensystems einwirkte, ihm eine drehende Bewegung ertheilte und später die Zusammenballung der einzelnen Himmelskörper desselben veranlaßte. In diesem ungeheuren Nebelfleck schied sich zuerst der centrale Kern, die Sonne, aus, und das Sonnensystem glich somit einem wahren Nebelsterne, welcher von einer dunstförmigen Masse, einer Lichthülle, umgeben war. Furchtbar mußte der Kampf sein, der in dieser entstehenden Welt wüthete; ungeheuer die Hitze, durch welche diese Lichthülle in diesem gasförmigen Zustande erhalten wurde. Die allmählige Abkühlung im Weltraume, welche von außen nach innen fortschritt, brachte eine Verdichtung der gasförmigen Masse hervor, und erzeugte somit concentrische Schichten, welche

Manche Fixsterne scheinen auch, wie unsre Sonne mit dem Zodiacallicht um ihren Aequator, von unermeßlich großen, selbstleuchtenden Atmosphären umgeben zu sein. Die folgenden Jahrhunderte werden über diese und ähnliche großartige Erscheinungen mehr Licht verbreiten. So viel aber steht fest, daß die in der Natur wirksame Kraft weder im Großen noch im Kleinen zu schaffen aufgehört hat.

5. **Die Entfernung der Fixsterne von der Erde und ihre Größe.** — Die Bestimmung derselben hängt bekanntlich von der Bestimmung der Größe, in welcher der Durchmesser der Erdbahn von den Sternen aus gesehen würde, d. h. von der Parallaxe ab. Deßwegen ist seit Langem die Aufmerksamkeit der schärfsten Beobachter unter den Astronomen darauf gerichtet gewesen (Tycho, Kepler, Struve, Bessel u. A.). Man hat sie äußerst klein gefunden, bei keinem 1 Secunde groß. Die Entfernung aller, auch der nächsten Fixsterne, ist daher ungeheuer, auch für die kühnste Phantasie nicht vorstellbar. Für den nächsten aller wird der größte Stern (α) im Centaur am südlichen Himmel gehalten. Seine jährliche Parallaxe beträgt $\frac{91}{100}$ Sec. $= 0'',91$. Nach ihm scheint Stern 61 im Schwan, dann von den großen Sternen Wega in der

---

durch die Anziehungskraft des Mittelpunkts in ringförmige Massen umgewandelt wurden. Durch die ungleiche Bewegung dieser Ringe, so wie durch ihre ungleiche Abkühlung mußten dieselben zerspringen, und in Folge der rotirenden Bewegung die Stücke sich in Kugelform zusammenballen. Diese rotirenden zusammengeballten Stücke wurden die Planeten, und bei ihnen wiederholte sich im Kleinen derselbe Prozeß, welcher bei der Bildung des Sonnensystems im Großen gewirkt hatte. Die meisten Planeten umgaben sich mit Ringen, welche theils unverändert blieben, theils auch wieder in Stücke zersprangen und Monde bildeten. — Die so eben angedeutete Ansicht von der Art der Bildung unseres Sonnensystems wird nicht nur durch die Erscheinung der Nebelflecke, sondern auch durch folgende Thatsachen bestätigt: 1) durch die Ringe des Saturn; 2) durch die fortschreitende Dichtigkeit der Materie der Planeten vom Neptun bis zum Mercur (mit einer Ausnahme — die Natur liebt Gesetzmäßigkeit, aber nicht Einförmigkeit); 3) durch die Bewegung der Planeten um die Sonne in ihrer Aequatorebene oder deren Nähe ꝛc.

Die Geologie, die Geschichte der Erdbildung, bestätigt auch überall die Vorstellung eines gasförmigen, erhitzten Urzustandes, der Bildung eines Erdkernes, der allmähligen, eines Zeitraums von Millionen Jahren erfordernden Abkühlung*) und alles Uebrige. Nach dieser Analogie ist es nicht zu bezweifeln, daß fort und fort in den Nebelhüllen des Himmelsraumes ungeheuere **Weltbegebenheiten** vorgehen — ein Wort, das, auf kleinliche Dinge angewandt, nur allzuoft mißbraucht wird.

*) Die Reste jetzt tropischer Pflanzen und Thiere in den Polargegenden beweisen die ehemals höhere Temperatur der Erde. Von dem ungeheuren Pflanzenwuchs der damaligen Zeitperioden überzeugen z. B. die Steinkohlenlager, entstanden aus verkohlten Sumpf- und andern Pflanzen. Oken schätzte die Zeit, welche zur Bildung der mächtigsten Kohlenlager erforderlich gewesen sei, auf 10, Nöggerath auf 20 Millionen Jahre. Sind von der Bildung der Steinkohlenlager bis jetzt $1^1/_2$ Millionen Jahre verflossen, so sind von dem Herabsinken der Temperatur von muthmaßlich 1600° bis auf 168° R. etwa 50 Millionen Jahre verflossen. Auf die unbedingte Richtigkeit dieser Zahlen kommt hier nichts an; eine der Ansichten der Naturforscher war nur zu exemplificiren.

Leier, dann Sirius, dann Arctur, dann der Polarstern, dann Capella zu folgen. Die Astronomen geben folgende Zahlen an:

	Parallaxe.	Abstände von der Erde. in Halbmessern der Erdbahn.	in Millionen Meilen.
α im Centaur	0″,91	226400	4754000
61 im Schwan*)	0,35	589300	12375000
α in der Leyer	0,26 (?)	785600	16498000
Sirius	0,15	1373000	28833000
Arctur	0,13	1624000	34104000
Polarstern	0,10	1946000	40866000
Capella	0,04	4484000	94164000

Jeder Versuch, diese Entfernungen anschaulich zu machen, muß verunglücken. Das Licht würde die Entfernung von der Erde bis zum nächsten Fixstern in 3—4 Jahren zurücklegen. Man hat diesen Raum (seltsamer Weise) ein Lichtjahr (die Lichtzeit) genannt**). Aber diese Einheit ist so wenig anschaulich als der Raum, den das Licht in 100 Jahren zurücklegt.

Die Versuche solcher Veranschaulichung scheitern entweder an der Größe der Einheit, wodurch sie gemessen werden soll, oder an der Größe der Zahl der Wiederholungen der Einheit. Wählt man eine anschauliche Einheit, z. B. die Entfernung von 200 Meilen, welche ein Dampfwagen täglich durchlaufen kann, so muß man 23770 Millionen solcher Tagereisen zur Angabe der Entfernung des nächsten Fixsterns machen. Jede Bemühung, eine Größe zu versinnlichen, welche die auf der Erde zugänglichen weit überschreitet, verfehlt ihren Zweck und artet fast in das Kindische aus***). Uebri-

*) α im Centaur und Stern 61 im Schwan sind physische Doppelsterne (s. hinten), und da ihre Parallaxen bekannt sind, so kann man die scheinbaren Bahnhalbmesser der Begleiter in wirkliche verwandeln und aus diesen und den Umlaufszeiten die Masse des Sternenpaars ableiten. Diese Masse ist in vorliegenden beiden Fällen kleiner als die Masse unsrer Sonne.

**) Die Natur hat uns ein absolutes Zeit-, nicht aber ein absolutes Maaß für den Raum gegeben. Jenes besitzen wir in dem sich immer gleichbleibenden Sterntag. Die Franzosen glaubten in dem zehnmillionsten Theile eines Meridian-Quadranten, den sie Metre nannten, ein sich immer gleich bleibendes Naturmaaß für den Raum zu finden; aber die Unregelmäßigkeit des Erdkörpers vereitelte die Hoffnungen. Somit bleibt uns nur die Wahl unter künstlichen (conventionellen) Raummaaßen übrig. Wünschenswerth aber bleibt die Wahl eines Raummaaßes für alle Länder der Erde.

***) Eine Stelle aus Schiller's „Größe der Welt", groß und erhaben. Man genieße das Ganze! Der Dichter antwortet einem „Waller" im Ocean des Raumes, welcher das „Gestade der Welt", den Ort sucht, „wo der Markstein der Schöpfung steht":

gens würde das Licht mit seiner Geschwindigkeit von 41000 Meilen in der Secunde jene Räume in folgenden Zeiten zurücklegen:

nach	α im Centaur	in	3,62	Jahren,
=	61 im Schwan	=	9,43	=
=	α in der Leyer	=	12,57	=
=	Sirius	=	21,97	=

„Steh! du segelst umsonst — vor dir Unendlichkeit!
Steh! du segelst umsonst — Pilger, auch hinter mir! —
Senke nieder,
Adlergedank', dein Gefieder!
Kühne Seglerin, Phantasie,
Wirf ein muthloses Anker hie!" —

Für den elementaren Gebrauch fügen wir noch folgende Vergleichung hinzu.

Um sich das Verhältniß der Entfernung des Uranus von der Sonne zu der des nächsten Fixsterns von ihr einigermaßen anschaulich zu machen, denke man sich die Sonne durch eine Kugel von 1 Zoll Durchmesser vorgestellt; dann müßte Uranus in eine Entfernung von etwa 172 Fuß, der nächste Fixstern, weil er 200000 Sonnenweiten entfernt ist, in eine Entfernung von 86 Meilen gestellt werden.

Wird die Sonne durch einen Apfelbaum von 20 Fuß Durchmesser dargestellt, so kann man sich das Größenverhältniß und die Entfernung der Planeten von ihr versinnlichen, wenn man sich Mercur, Venus, Erde und Mars als Aepfel, den Mercur in einer Entfernung von 800 Fuß ꝛc., die 8 Asteroiden als Apfelkerne, die vier großen Planeten, Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun, als Melonen oder kleine Kürbisse, den Neptun in einer Entfernung von 4 Meilen, vorstellt. Durch Zeichnungen kann man zwar das Verhältniß der Durchmesser der Weltkörper des Sonnensystems zu einander, auch durch Zeichnung das Verhältniß ihrer Entfernung von der Sonne darstellen; aber man kann diese beiden Verhältnisse durch entsprechende Zeichnung **nicht zugleich** darstellen. Man muß sich also mit Vergleichung in Gedanken begnügen.

Man kann sich die Sache noch etwas genauer in folgender Weise versinnlichen.

Ein kleines Körnchen, ein Wickenkörnchen von $1\frac{1}{2}$ Linie Durchmesser, stelle die Erde vor; dann hätten wir die Sonne durch eine Kugel von 14 Zoll Durchmesser darzustellen. Die Planeten würden dann also dargestellt werden:

Mercur	$\frac{1}{2}$	Linie	Durchm.	in	einer	Entf.	v. d.	Sonne v.	24	Schritten;
Venus	$1\frac{1}{2}$	=	=	=	=	=	=	=	45	=
Erde	$1\frac{1}{2}$	=	=	=	=	=	=	=	63	=
Mars	$\frac{6}{7}$	=	=	=	=	=	=	=	96	=
Planetoiden	$\frac{1}{10}$	=	=	=	=	=	=	=	150 bis 180	=
Jupiter	17	=	=	=	=	=	=	=	330	=
Saturn	15	=	=	=	=	=	=	=	600	=
Uranus	7	=	=	=	=	=	=	=	1200	=
Neptun		=	=	=	=	=	=	=	1900	=

Für Berliner! Stellt eine Kugel von 2 Fuß Durchmesser auf der Schloßbrücke in Berlin die Sonne vor, so repräsentirt ein Senfkörnchen am Zeughaus den Mercur; eine Erbse an der neuen Wache die Venus; eine Erbse an dem Universitätsgebäude die Erde; eine Erbse von halb so großem Durchmesser am Denkmal Friedrichs des Großen den Mars; 63 kleine Stäubchen an der Friedrichsstraße die Planetoiden; ein Pfirsich an der Wilhelmsstraße den Jupiter; eine Kirsche am Brandenburger Thor den Saturn; eine Haselnuß am kleinen Stern den Uranus; eine Quitte an der Kanalbrücke Charlottenburgs den Neptun — und wohin würde nach diesem Maaßstabe der nächste Fixstern zu stehen kommen??

nach Arctur in 25,98 Jahren,
" Polarstern " 31,14 "
" Capella " 71,74 "

Nimmt man an, daß die Helligkeit der Sterne im Allgemeinen von ihrer geringeren oder größeren Entfernung herrührt, so folgt nach Arago, daß, während das Licht von den Sternen erster Größe in nicht kürzerer Zeit als in 3 Jahren zu uns gelangt, das Licht die Entfernung von Sternen 2. Größe nicht in weniger als 6 Jahren,
" " " 4. " " " " 12 "
" " " 6. " " " " 36 "
" " ", die noch im 10füßigen Teleskop sichtbar sind " " 1042 "
" " ", die noch im 20füßigen Teleskop sichtbar sind " " 2700 "*)
zurücklegt, weshalb Arago sagt, daß das Licht dieser Sterne uns deren „alte Geschichte" erzählt. —

Ueber die wirkliche Größe eines Fixsterns haben wir noch kein Urtheil. Dieselbe wird bei einem Himmelskörper bekanntlich bestimmt durch seine Entfernung und die scheinbare Größe seines Durchmessers. Jene kennen wir nun zwar annäherungsweise bei einigen, diese aber nicht. Noch ist es bis jetzt nicht möglich gewesen, den Durchmesser eines Fixsterns mit einem Winkelinstrument zu messen, obgleich die früheren Astronomen, selbst mit ihren unvollkommenen Instrumenten, dieses zu können glaubten. Hätte übrigens der nächste Fixstern einen scheinbaren Durchmesser von 1 Sec., so würde er einen wirklichen Durchmesser von 19 Millionen Meilen Länge haben. —

6. Von ganz besondrer Merkwürdigkeit sind die sogenannten Doppelsterne**), d. h. je 2 Sterne, die sehr nahe zusammenstehen, so daß man mit bloßem Auge nur einen sieht. Zwei Sterne, die fast in derselben geraden Linie stehen, können, auch wenn ihre Entfernung von einander sehr groß ist, nämlich so groß, daß sie nicht unmittelbar zusammengehören, einen sogenannten Doppelstern

*) Wir nennen solche Entfernungen unendliche. Das wirklich Unendlichgroße ist aber nicht etwas sehr Großes oder ungeheuer Großes, sondern es ist eine jede angebbare Größe übertreffende. Eine Größe, die mit einer Zifferreihe von der Erde bis zur Sonne bezeichnet werden müßte, ist immer noch keine unendlich große. Die Entfernung aller Sterne von der Erde ist daher wirklich eine endliche. —

**) Die Doppelsterne sind die Analoga der Planetenpaare: Venus und Erde — Jupiter und Saturn — Uranus und Neptun. Wären die Planeten nicht an die Sonne gebunden, so würde sich jedes mit einander verbundene Paar um einander drehen als Doppelplaneten, Venus und Erde in 60 Jahren.

bilden. Es ist dann ein Schein, sie bilden einen optischen Doppelstern. Aber sie können auch wirklich (verhältnißmäßig nahe) beisammen stehen, zusammengehören; alsdann bilden sie einen physischen Doppelstern. Zwei Sonnen gravitiren gegen einander und umkreisen einen gemeinsamen Schwerpunkt*). William Herschel hat die Doppelsterne in 4 Klassen gebracht, in welchen die Mittelpunkte der beiden Sterne 1) weniger als 4 Secunden, 2) zwischen 4 und 8, 3) zwischen 8 und 16, 4) zwischen 16 und 32 Secunden von einander entfernt sind. Struve, der mit einem Frauenhofer'schen Fernrohr die Sterne von erster bis achter Größe vom Nordpol bis 15° südlich vom Aequator (120000 an der Zahl) untersuchte, fand 987 Doppelsterne der ersten, 675 der zweiten, 659 der dritten, 736 der vierten Klasse. Der Doppelsterne dieser Klassen wird es demnach am ganzen Himmel wohl 5—6000 geben; die Gesammtzahl aller Doppelsterne überhaupt wird aber noch viel größer sein. Innerhalb jener Grenzen fand Struve 64 dreifache, 3 vier=, und 1 fünffachen Stern.

Die gegenseitige Lage der Glieder eines mehrfachen Sternes ändert sich fortwährend**); der kleinere oder die kleineren drehen sich so um den größeren, wie die Planeten um die Sonne. Die Zeiten, in welchen dieses geschieht, betragen an 17 genau beobachteten 36 bis 500 Jahre. Auch an ihnen wirkt die von dem Centralstern ausgehende Kraft im umgekehrten Verhältniß der Quadratzahlen der Entfernungen; die von Newton entdeckte Attraction ist daher im eigentlichen Sinne des Wortes die Weltkraft. Einheit des Alls und darum Einheit der Kraft, und umgekehrt: Einheit der Kraft und darum Einheit der Welt. Wird man erst die Entfernung der Doppelsterne von der Erde (4—100 Lichtjahre), die Entfernung der Glieder der Doppelsterne von einander***) und die Umlaufszeit der

---

*) Bessel hat nachgewiesen, daß die Fixsterne Sirius und Prokyon um dunkle Körper, die natürlicher Weise nicht gesehen werden können, kreisen. Diese Entdeckung gehört zur „Astronomie des Unsichtbaren".

**) Von den hellsten Sternen, welche die alten Griechen kannten, hat keiner seinen Platz behauptet. Arctur, der hellste Stern im Ochsenhüter, hat in 2000 Jahren um drittehalb Vollmondsbreiten seinen Platz verändert. Er hat am meisten seine Stelle gewechselt. Und könnte man sich auf die alten Beobachtungen fest verlassen, so würde der Stern 61 im Schwan um 6 Vollmondbreiten von seinem Orte gerückt sein. — Von etwa 25 Fixsternen weiß man, daß sie eine jährliche Fortbewegung von einer Secunde und darüber haben; die stärksten Bewegungen sind 7, 5 und 4 Secunden jährlich. Bei den meisten ist sie nur $\frac{1}{10}$ und darunter.

***) Aus der scheinbaren Nähe der Doppelsterne folgere man nicht, daß sie darum wirklich einander nahe stehen. Man höre, was Struve von dem Doppelsterne im linken Hinterfuße des großen Bären, dessen Entfernung auf $7\frac{1}{2}$ Mill. Sonnenweiten (Sonnenweiten!) geschätzt wird, sagt: „Es sind zwei Sonnen,

kleinen um die großen **genau** kennen, so wird man auch im Stande sein, ihre Massen zu bestimmen, sie zu wiegen und daraus auf mancherlei Anderes zu schließen. Zunächst wird man in Betreff ihrer Entfernung von der Erde die untere und obere Grenze ihrer Entfernung, d. h. bestimmen, für wie weit sie wenigstens gehalten werden müssen, über welche Entfernung sie aber nicht hinaus sein können. Die Doppelsterne, deren Glieder oft nur von den allervorzüglichsten Fernröhren von einander zu trennen sind, können auch dazu benutzt werden, die Schärfe der Fernröhre zu prüfen. —

7. Schon die ältesten Völker beschäftigten sich mit den Sternen, und ihre Phantasie (nicht die Natur) vereinigte sie in einzelnen Gruppen zu bestimmten Gestalten, **Sternbilder** genannt. Man sah Figuren in ihnen und gab ihnen danach die Namen, oder man verewigte durch die Namengebung merkwürdige (mythische) Personen,

---

durch Anziehung mit einander verbunden, deren Masse 117- und 42mal, zusammen 159mal so groß ist als unsere Sonne. Nehmen wir für diese Körper eine gleiche Dichtigkeit an wie die unsrer Sonne, so sind die Durchmesser derselben $4\frac{9}{10}$ und $3\frac{1}{2}$mal so groß als der Durchmesser unserer Sonne. Sie umkreisen sich in einer elliptischen Bahn in einem Zeitraume von $60\frac{1}{2}$ Jahren. In **dieser Bahn ist ihre mittlere Entfernung gleich $83\frac{2}{5}$ Abständen der Erde oder fast $4\frac{1}{2}$ Abständen des Uranus von unserer Sonne.** Die den angegebenen Größen und der Entfernung von der Erde entsprechenden scheinbaren Durchmesser dieser beiden Sterne sind $\frac{1}{400}$ und $\frac{1}{465}$ Secunde."

Unsere Sonne ist eine **einfache**, sie steht mit keiner andern in Doppelsternverbindung. Wollte man den nächsten Fixstern im Centaur um sie laufen lassen, so erhielte man eine Umlaufszeit von 100 Millionen Jahren, und bei 61 im Schwan eine von 450 Millionen. —

Wenn eine neue Entdeckung gemacht wird, so kann man nicht wissen, wie weit dieselbe führen wird. Ein glänzendes Beispiel zu dieser Wahrheit ist der electrische Telegraph. Wer hätte es geahnet, daß das Zucken eines Froschschenkels dereinst dahin führen würde, mit dem entferntesten Bewohner der Erde augenblicklich zu reden?

Ein ähnliches Beispiel bietet die Entdeckung der Geschwindigkeit des Lichts dar. Dadurch kann man die Entfernung der Glieder eines Doppelsternes finden. — Angenommen, der kleinere Stern bewege sich in einem Kreise um den großen und die Lage dieses Kreises sei so, daß einer seiner Peripheriepunkte der Erde am nächsten, der gegenüberliegende am entferntesten sei, doch so, daß der Kreis als eine sehr langgestreckte Ellipse erscheine. Bewegt sich nun der Satellit von dem der Erde nächsten Punkte nach dem entferntesten hin, so wird das Licht von Augenblick zu Augenblick längere Zeit gebrauchen, um zur Erde zu gelangen, wir werden den Stern immer später an dem Ort sehen, wo er gestanden hat; — das Umgekehrte wird stattfinden, wenn er sich von dem entferntesten Punkte dem nächsten nähert — die Zeit, welche er gebrauchte, um jene Hälfte seiner Bahn zu durchlaufen, wird länger erscheinen, als die, in welcher er diese Hälfte zurücklegt. Angenommen, dieser Unterschied, hervorgerufen durch die Entfernung des Sternes von der Erde auf der einen und die Näherung auf der andern, betrage 40 Tage, so gebraucht das Licht näherungsweise 20 Tage, um den Durchmesser der Bahn des Satelliten zu durchschreiten. In 1 Secunde legt das Licht 41000 M. zurück; in 20 Tagen 20. 24. 60. 60mal so viel. Folglich kennt man dann diesen Durchmesser u. s. w. —

denkwürdige Begebenheiten und Ereignisse*). Der alexandrinische Astronom Ptolemäus zählt 48 Sternbilder auf:

1) die 12 Sternbilder, die den Thierkreis bilden;

2) 21 nördlich vom Thierkreis:

13. die Cassiopeia,
14. die Andromeda,
15. der Cepheus,
16. der Perseus,
17. der Adler,
18. der große Bär,
19. der kleine Bär,
20. der Bootes,
21. der Ophiuchus,
22. die Schlange,
23. der Hercules,
24. der Drache,
25. die Leyer,
26. der Pfeil,
27. der Schwan,
28. der Delphin,
29. das kleine Pferd,
30. der Pegasus,
31. die nördliche Krone,
32. der nördliche Triangel,
33. der Fuhrmann.

3) 15 südlich vom Thierkreis:

34. der Orion (zum Theil),**)
35. der große Hund,
36. der kleine Hund,
37. der Hase,
38. der Eridanfluß,
39. der Wallfisch,
40. das Schiff,
41. die Wasserschlange,
42. der Becher,
43. der Rabe,
44. der Centaur,
45. der Wolf,
46. der Altar,
47. die südliche Krone,
48. der südliche Fisch.

---

*) Der Ursprung der Namen der schon im Alterthum bekannten und benannten Sternbilder läßt sich nicht überall mit Sicherheit angeben. Einige tragen ihre Namen von der Gestalt, welche die zu ihnen gehörigen Hauptsterne bilden (der Wagen, die nördliche und südliche Krone, der Triangel); andre Namen müssen auf andre Weise abgeleitet werden. Die der zwölf Sternbilder des Thierkreises sind vielleicht zum Theil Namen altägyptischer Gottheiten, oder sie bezeichnen ökonomische Arbeiten, welche in die Monate fielen, in welchen die Sonne in einem gewissen Sternbilde stand, oder Witterungserscheinungen u. dgl. m. Während des Frühlings schritt die Sonne durch Widder, Stier, Zwillinge (ehemals Ziegen); diese Thiere werfen in diesen Monaten ihre Jungen; in den Sommermonaten stand die Sonne im Krebs, im Löwen, in der Jungfrau (mit Aehren): der Krebs bedeutet die Umwendung der Sonne zum Aequator, der Löwe die brennende Hitze des Juli (?), die Jungfrau ist das Zeichen der Ernte, die Wage das Emblem der Gleichheit des Tages und der Nacht, der Skorpion deutet die pestartigen Krankheiten des Herbstes an, der Schütze ist ein Sinnbild der Jagd, der Steinbock das Bild der wieder aufsteigenden Sonne, der Wassermann bezeichnet die Regenzeit des Februar, die Fische kündigen die Zeit des Fischfanges an. Das Alles sind nur Vermuthungen.

Die Namen der übrigen, den Alten bekannten Sternbilder sind meist griechischen Ursprunges und gehören zum Theil der Mythologie an: Hercules, der Drache, Bootes, Perseus mit dem Medusenhaupte, Pegasus, Andromeda (die Tochter des Cepheus und der Cassiopeia), die Leyer Apollo's, der Schwan der Leda, der Jäger Orion mit seinem Hunde und andre.

**) Siehe die Figur auf dem Titelblatte!

Außerdem kannten die Alten noch:
49. den Antinous,
50. das Haar der Berenice,
51. die Plejaden oder die Glucke,
52. die Hyaden oder das Regengestirn.

In den letzten Jahrhunderten hat man noch 56 andere unterschieden, die theils nördlich, theils südlich vom Himmelsäquator stehen. Die von Nr. 53. bis 90. incl. sind in unsern Gegenden sichtbar, die andern stehen zu südlich, um bei uns gesehen zu werden:

53. das Rennthier,
54. der Erntehüter,
55. das Einhorn,
56. der kleine Löwe,
57. der Luchs,
58. der Cameloparď,
59. der polnische (Poniatowskische) Stier,
60. die Jagdhunde (Hasen),
61. das Herz Carl's II.,
62. die Eidechse,
63. der kleine Triangel,
64. die Fliege,
65. die Friedrichsehre,
66. das Brandenb. Scepter,
67. die Georgsharfe,
68. der Mauerquadrant,
69. das Herschel'sche Teleskop,
70. die Taube,
71. der Vogel Einsiedler,
72. der Luftballon,
73. das Mikroskop,
74. die Buchdruckerwerkstatt,
75. der Grabstichel,
76. die Staffelei,
77. die Katze,
78. der chemische Apparat,
79. die Elektrisirmaschine,
80. die Bildhauerwerkstatt,
81. der Schiffscompaß,
82. das Teleskop,
83. der Sextant,
84. der Fuchs mit der Gans,
85. der Sobieski'sche Schild,
86. der Cerberus,
87. das Lineal,
88. der Berg Mänalus,
89. die Luftpumpe,
90. der Indianer,
91. der Kranich,
92. der Phönix,
93. der fliegende Fisch,
94. der südliche Triangel,
95. der Paradiesvogel,
96. der Schwertfisch,
97. das Chamäleon,
98. die Pendeluhr,
99. das Kreuz,
100. der Cirkel,
101. der Tafelberg,
102. der Pfau,
103. die amerikanische Gans,
104. die große und kleine Wolke,
105. das rhomboidische Netz,
106. die Eiche Carls II.
107. der Seeoctant,
108. die Biene*).

*) Die Astronomen geben die Zahl der Sternbilder verschieden an. Arago zählt ihrer 131 auf. Von denselben gehören 62 der nördlichen, 54 der südlichen, die übrigen 15 theils der nördlichen, theils der südlichen Hälfte der Himmelskugel an.

Wer sie kennen lernen will, muß sich dieselben entweder zeigen lassen, oder sich einer Sternkarte, noch besser eines Himmelsglobus bedienen. Natürlich werden in Sommernächten zum Theil andre am Himmel gesehen, als in Winternächten. Dieser Umstand erschwert die Kenntniß derselben.

Den 18 Fixsternen erster Größe hat man besondere Namen gegeben: Sirius im großen, Prokyon im kleinen Hund, Capella im Fuhrmann, Rigel und Beteigeuze im Orion, Wega in der Leyer, Aldebaran im Stier, Regulus und Denebola im großen Löwen, Kastor in den Zwillingen, Spica in der Jungfrau, Arcturus im Bootes, Antares im Skorpion, Atair im Adler, Fomalhaut (corrumpirt Fomahand) im südlichen Fisch, Alphard in der Wasserschlange, Akarnar im Eridanus, Kanopus im Schiffe*).

Von diesem werden die beiden letzten uns in unsern nördlichen Gegenden nicht sichtbar. In den Abendstunden des Monats Februar glänzen ihrer 13 zugleich am Himmel.

9 von ihnen stehen nord- und 9 südwärts vom Aequator. Die ersteren folgen nach dem Range ihrer scheinbaren Größe etwa so auf einander: Arctur, Capella, Wega, Prokyon, Aldebaran, Beteigeuze, Atair, Regulus; an der Spitze der andern, wie aller, steht Sirius &c. bis Spica. Sirius leuchtet 5mal so hell als Wega, 6mal so hell als Capella, 15mal so hell als Regulus.

Zu den Sternen 2ter Größe gehören z. B. der Polarstern,

---

*) Ueber den gestirnten Himmel sind 2 große Wandkarten zu empfehlen:

„Wandkarte des gestirnten Himmels von v. Kornatzki, Breslau bei Hentze; die nördliche und südliche Hemisphäre.“ (2 Rthlr.) Außerdem sind zu empfehlen: Möllinger's Himmelsatlas, bestehend in 16 durchgepreßten und transparenten Sterntafeln mit Text, 2. Aufl. Jent und Reinert in Bern. ($2\frac{1}{2}$ Rthlr.) Desselben zweite bewegliche Himmelskarte, mit Mechanismus. Ebendas. ($2\frac{1}{2}$ Rthlr.) Desselben Planiglobium des Fixsternhimmels. (20 Sgr.) Vorzügliche Dienste bei der Aufsuchung der Gestirne leistet: Populäre Anleitung zur Gestirnkenntniß, vermittelst einer einfachen lithographirten Sternkarte der nördlichen Hemisphäre &c., von Collmann. Cassel, 1834. (15 Sgr.) Himmels- oder Sternglobus tragen den Uebelstand an sich, daß die Sternbilder auf der äußeren Fläche der Kugel stehen, während wir sie an der Hohlkugel sehen. Die Darstellung ist folglich die Umkehrung der wahren, welche erscheint, wenn man den Himmelsglobus in einem ebenen Spiegel betrachtet. Treffliche Himmelsgloben verfertigt, wie bereits S. 118 angedeutet worden, Adami in Potsdam (Berlin bei Dietrich Reimer). Himmelsgloben von 8 Zoll Durchmesser à $8\frac{1}{2}$, von $12\frac{7}{8}$ Zoll à 15 Rthlr., von 30 Zoll à 65 Rthlr.; Observatorium à 12 u. 18 Rthlr., Astrognosticum à 2 Rthlr., endlich Hohlhalbkugeln mit 14000 Sternen, à $28\frac{1}{3}$ Rthlr. Als Himmelsatlas ist zu empfehlen: Riedig's kleiner Himmelsatlas in 20 Blättern nach den großen Bode'schen Sternkarten, Leipzig bei Schreiber's Erben; der größere 20 Sgr., der kleinere $7\frac{1}{2}$ Sgr. Unter den Darstellungen des Sonnensystems: Weiland's Planetensystem der Sonne. ($\frac{1}{3}$ Rthlr.)

Gemma in der Krone, die 7 Hauptsterne des großen Bären ꝛc. Zu den Sternen 3ter Größe die des Delphin, die Alcyone u. s. w.

Manche Fixsterne gehören zu den sogenannten veränderlichen Sternen. Der helle Stern Algol im Medusenhaupte am Schilde des Perseus erscheint innerhalb dreier Tage als Stern zweiter und vierter Größe. Nachdem er 62 Stunden als Stern zweiter Größe geglänzt hat*), nimmt sein Glanz plötzlich 3½ Stunden lang ab, bis er als Stern vierter Größe erscheint; so bleibt er nur 18 Minuten; dann steigt sein Glanz wieder 4 Stunden lang, bis er, mit Unterbrechung der gleichförmigen Zunahme (wie auch der Abnahme), die zweite Größe wieder erreicht hat. Die ganze Periode dauert 69 Stunden (genauer 2 T. 20 St. 48 Min. 49 Sec.). — Der Stern Mira (mira der Wunderbare) im Wallfisch wechselt in einem Zeitraume von 332 Tagen sein Licht so, daß er nach und nach als Stern erster bis zehnter Größe erscheint, folglich fast verschwindet. So verlor ein Stern, den Kepler beobachtete, und der im Jahre 1600 als Stern dritter Größe erschien, nach und nach sein Licht, so daß er 1621 unsichtbar wurde. Erst 1665 fand man ihn als Stern sechster Größe wieder, welche er jetzt noch hat. Atair im Adler war zu Ptolemäus' Zeiten ein Stern dritter Größe, jetzt ist er ein Stern der ersten. Herschel d. J. beobachtete 1837 am Cap einen Stern in dem Schiff Argo, dessen Helligkeit, ursprünglich einem der 5 bekannten Cassiopeia-Sterne gleich, in einem Monat dergestalt an Glanz zunahm, daß ihn am ganzen Firmamente nur drei an Helligkeit übertrafen. Sechs Wochen nachher nahm sein Glanz wieder ab; er ist aber heller geblieben, als er früher war. Am Halse des Schwans steht ein Stern, welcher eine Periode von 404 Tagen hat. Solcher, auch jetzt noch veränderlichen Sterne zählt Argelander 24. —

Manchmal erscheinen auch ganz neue Sterne, um nachher wieder zu verschwinden. Der sogenannte Stern des Tycho erschien 1572 in der Cassiopeia, übertraf an Glanz alle Sterne des Himmels, so daß man ihn bei Tage sah, und verschwand nach 2 Jahren wieder. Der Stern Kepler's wurde von ihm 1604 im Ophiuchus entdeckt; er glänzte als Stern dritter Größe und verschwand 1605

*) Weil er so lange denselben Glanz zeigt, so ist es wahrscheinlich, daß ein dunkler, dem Fixstern an Größe nahe gleich kommender Körper in der angegebenen Zeit um ihn herumläuft und zwar in einer nahe mit unserer Gesichtslinie zusammenfallenden Ebene. Eine regelmäßig wiederkehrende Fixsternfinsterniß. Oder er dreht sich um seine Achse und seine Oberflächentheile haben verschiedene Lichtstärke. (?) Andere Ursachen der Veränderlichkeit von Fixsternen können sein: sie leuchten nur von einer Seite, oder es gehen Veränderungen in der Lichtsphäre vor, die nicht immer an bestimmte Perioden gebunden sind u. s. w. —

wieder. Humboldt zählt in seinem Kosmos solcher erschienenen und wieder verschwundenen Sterne 19 auf.*) —

Auch die Farbe der Fixsterne scheint sich nicht immer gleich zu bleiben. Sirius wird von den Alten ein rother Stern genannt; jetzt ist er blendend weiß. Weiß sind gegenwärtig von den Sternen erster Größe noch: Wega, Denebola, Regulus und Spica; roth: Aldebaran, Arctur, Beteigeuze; gelb: Capella, Altair, Prokyon. Die zwei oder mehr Sterne, welche Doppelsterne (dreifache u. s. w.) bilden, glänzen auch nicht immer in denselben, sondern sehr oft in verschiedenen Farben. Struve hat unter den helleren gegen 600 in Bezug auf Farbe untersucht und unter ihnen gefunden:

375 Paare von gleicher Farbe (glänzend weiß, weiß, weißgelb, gelblich, gelb, goldfarbig, grün);
101 " von ähnlichen (verwandten) Farben (gelb und weiß, beide gelb, aber von verschiedenen Graden);
120 " von ganz verschiedenen Farben (gelb und blau, gelb und bläulich, grün und blau).

Am häufigsten ist der kleinere bläulich.**).

Man hat die Frage aufgeworfen, ob die verschieden gefärbten Lichtstrahlen gleiche Geschwindigkeit haben. Diese Frage läßt sich (einigermaßen) durch die veränderlichen Sterne beantworten. Ein in weißem Lichte leuchtender Stern sendet uns in jedem Augenblicke sieben verschieden gefärbte Lichtstrahlen, gleichsam eben so viel Couriere, zu. Gesetzt nun, ein Stern fange an zu leuchten, so muß, wenn die Couriere ungleich schnell reisen, der schnellste zuerst ankommen, der Stern wird also, da die rothen Lichtwellen die größte Geschwindigkeit haben, zu Anfang seines Wiedersichtbarwerdens in rothem Lichte erscheinen; dem Roth mischen sich nach einander bei: Orange, Gelb, Grün, Blau, Indigo, Violet, und nach diesen Mischungen wird sich die Farbe des Sternes ändern, bis er durch die Verbindung aller — weiß erscheint. (Beim Verschwinden des Sternes wird die umgekehrte Reihenfolge eintreten.) Haben die Couriere aber alle gleiche Geschwindigkeit, so wird der Stern stets weiß aussehen. Die bis jetzt darüber angestellten Beobachtungen

---

*) Ein Verschwinden ist deßwegen noch kein Vernichtetwerden; es kann herrühren vom Verlöschen des Glanzes. Die Veränderlichkeit gilt übrigens nur als Ausnahme; der Glanz bei weitem der meisten hat sich seit 2000 Jahren nicht geändert.

**) Nach neueren Beobachtungen einiger Astronomen ändern sich die Farben mancher Doppelsterne. Ob dies davon herrührt, daß die Erde sich auf ihrer Bahn einem Doppelsterne nähert, oder sich von ihm entfernt? Im ersten Falle würde sich die Summe der Lichtwellen, die das Auge, z. B. in 1 Secunde, anfängt, vermehren, im zweiten vermindern. (?) —

bestätigen die letztere Ansicht. Die veränderlichen Sterne erscheinen nicht nach einander in verschiedenen Farben. Die verschiedenen Farbenstrahlen des Lichts haben keine verschiedene Geschwindigkeit. Wahr ist zwar, daß die Wellenlängen der einzelnen Farben verschieden sind; aber die Zahl der in einer Zeiteinheit (Secunde) auf einander folgenden Wellen ist in demselben Verhältniß größer, als die Wellenlängen kleiner sind und umgekehrt, so daß eine gleichmäßige Geschwindigkeit des Lichts aller Farben entsteht. —

Merkwürdiger als die verschiedenen Erscheinungen an einzelnen Sternen ist die Veränderung der Lage der Durchschnittspunkte des Aequators und der Ekliptik. Als die vor etwa 2000 Jahren lebenden Astronomen den Himmel beobachteten, erreichte die Sonne den Aequator des Himmels in dem Anfangspunkte der Sternbilder Widder und Wage: hier lagen also die Aequinoctialpunkte. Jetzt aber liegen diese Punkte ungefähr 30° rückwärts, im Anfange der Fische und Jungfrau, und sie ändern fort und fort regelmäßig langsam ihre Lage. Man nennt diese Erscheinung das Zurückweichen der Aequinoctialpunkte, auch das Vorrücken (die Präcession) der Nachtgleichen, weil dadurch die Sterne vorwärts zu gehen scheinen, d. h. ihre Abstände vom Frühlingsäquinoctialpunkte (ihre Rectascensionen) zunehmen. Der Frühlingspunkt ändert in solcher Weise (in Folge der Anziehung des Mondes, der Sonne und der Planeten auf die nicht kugelförmige, sondern abgeplattete Erde) ungefähr jährlich seine Lage um 50 Secunden; folglich braucht er, um die 360° = 1296000 Secunden zurückzulegen, etwa 25600 Jahre, eine Periode, welche das große Platonische Sonnenjahr genannt wird.

Ungeachtet der eben beschriebenen Veränderung der Durchschnittspunkte der Ekliptik und des Aequators hält man von ihnen aus die alten Benennungen fest, rechnet das Zeichen des Widders von dem Frühlingspunkte aus u. s. w.; Zeichen und Sternbilder desselben Namens fallen also in dem Thierkreise nicht mehr zusammen, sondern jedes Zeichen desselben congruirt jetzt mit dem ehemals vorhergehenden Sternbilde, z. B. das Zeichen des Widders mit dem Sternbilde der Fische, das Zeichen der Wage mit dem Sternbilde der Jungfrau, das Zeichen des Krebses mit dem Sternbilde der Zwillinge u. s. w., was wohl zu merken ist.

Die Ursache der eben beschriebenen Erscheinung kann in einer veränderlichen Lage der Ekliptik, oder des Aequators, oder beider liegen. Die Astronomen haben sie darin gefunden, daß nicht die Ekliptik, sondern der Aequator seine Lage ändert. Die Endpunkte der Himmelsachse, der Nord- und Südpol, beschreiben nämlich Kreise

um die unverrückbaren Pole der Ekliptik in einer Entfernung von $23\frac{1}{2}^0$ in 25600 Jahren. Die Pole ändern folglich ihre Lage, und der nördliche Polarstern, in dessen Nähe ($1\frac{1}{2}^0$ davon) jetzt der Nordpol liegt, bleibt nicht immer Polarstern, wird es aber nach langer Periode wieder. Nach 13800 Jahren ist Wega in der Leyer nördlicher Polarstern. Die jetzt nördlichen Sternbilder des Thierkreises sind dann die südlichen. Unser gegenwärtiger Polarstern behauptet diesen Rang seit etwa 2000 Jahren. Von Adam bis Moses lag der Pol des Himmels in dem Sternbilde des Drachen. Für Berlin wird durch diese Veränderung der Orion z. B. auf mehrere Jahrtausende verschwinden. Die Ursache dieser Erscheinung müssen wir natürlich in der Erde suchen, weil die Himmelsachse abhängig ist von der Erdachse, und schon dadurch wird es wahrscheinlich, daß die Anziehungsverhältnisse der übrigen Himmelskörper, namentlich der Sonne und des Mondes auf das Erdellipsoid, die Erscheinung hervorrufen — was aber hier nicht weiter erklärt werden kann. Aber dies werde noch bemerkt, daß aus der genannten Ursache die Periode der Jahreszeiten oder das tropische Jahr kürzer sein muß als die Periode des wahren Umlaufes oder das siderische Jahr — um $20\frac{1}{2}$ Minuten.

Eine andre Veränderung ist die veränderte Lage der Erdbahn gegen den Aequator oder die veränderte Schiefe der Ekliptik, hervorgerufen durch die störende Einwirkung der Planeten. Diese Aenderung hält sich innerhalb bestimmter Grenzen (nach Mädler zwischen $21\frac{1}{2}^0$ und $27\frac{1}{2}^0$). Dies hat Einfluß auf den Unterschied der Tages- und Jahreszeiten. Vor 6000 Jahren hatte Berlin solche Tageslängen, wie sie jetzt Stettin hat; nach vielen Jahrtausenden wird es die gegenwärtigen Tageslängen Prag's haben. Auf das Klima wird dieses einen geringen Einfluß haben. Die Abnahme der Schiefe der Ekliptik vermindert, die Zunahme derselben vermehrt die Differenz der Wärme im Winter und Sommer, die Mitteltemperatur wird dieselbe bleiben. Auf die Dauer der Jahreszeiten hat jene Veränderung auch einigen Einfluß. Jetzt fällt, wie schon oben bemerkt, der Winter der nördlichen Halbkugel in die Sonnennähe, welche etwa 10 Tage nach dem Wintersolstitium eintritt. Nach etwa 10000 Jahren wird der längste Tag der Nordhalbkugel mit der Sonnennähe zusammenfallen. Stets werden die Jahreszeiten eine verschiedene Länge behalten. Das Verhältniß zwischen jetzt und nach 10000 Jahren für die nördliche Halbkugel ist dieses:

	jetzt,	aber nach 10000 Jahren:
der Winter	89 Tage,	$93\frac{1}{2}$ Tage,
„ Frühling	$93\frac{1}{2}$ „	89 „

	jetzt,	aber nach 10000 Jahren:
der Sommer	93½ Tage,	89 Tage,
" Herbst	90 "	93½ "

Dann wird also ungefähr, umgekehrt wie jetzt, unser Sommersemester 178, das Wintersemester 187 Tage lang sein, also, da in jenes die Sonnennähe fällt, die Sommerwärme etwas größer sein; aber auch die Winterkälte wird sich etwas vermehren*). Wäre die Excentricität der Erdbahn so groß wie die des Mercur, so wären die Unterschiede bedeutender. —

An diese Bemerkungen reihe ich einige Worte eines bekannten Sternkundigen (Littrow, die Wunder des Himmels, Band II., S. 395.):

„Wir haben den Himmel und seine Wunder und in ihnen den Abglanz der unendlichen Allmacht des Schöpfers in seinen Werken gesehen. Aber vermessen wir uns nicht, diese Werke auch schon nach ihrer ganzen Größe erkannt zu haben. Was wir sahen, so groß es auch erscheinen mag, ist doch vielleicht nur ein sehr kleiner Theil von dem, was noch keinem menschlichen Auge erreichbar war; ist nur der Vorhof des unendlichen Tempels der Natur, den noch kein Sterblicher, auch nicht mit den höchsten Mitteln der Kunst und Wissenschaft, durchdrungen hat, oder je durchdringen wird. Wer mag uns sagen, wie viele Welten noch jenseits von denen stehen, die wir, selbst durch unsere stärksten Teleskope, nur mehr als schwache, dämmernde Wolken erblicken? Es ist möglich, es ist sogar wahrscheinlich, daß wir die größten Himmelskörper noch gar nicht kennen, weil sie, wegen ihrer ungeheuern Masse, das Licht nicht mehr von ihrer Oberfläche ausströmen lassen. (?) Vielleicht braucht dieses Licht, seiner entsetzlichen Geschwindigkeit ungeachtet, Jahrtausende, um von andern Gestirnen bis zu uns zu kommen; und vielleicht konnte es von vielen derselben seit der Zeit, die unsere Erde steht, noch nicht bis zu uns gelangen. Wer weiß es, ob auch nur zu Alexander's oder zu Moses' Zeiten dort oben Alles so gewesen ist, wie wir es jetzt sehen, oder ob, nach andern Jahrtausenden, der ganze Himmel sich mit neuen Sonnen überziehen wird, die schon längst da sind, aber noch nicht Zeit genug gehabt haben, uns ihr Licht zuzuschicken, so wie vielleicht andere Systeme eben so lange schon erloschen und in

*) Die Geologen sprechen von einer „Eiszeit", welche auf der Erde, wenigstens auf der nördlichen Halbkugel, geherrscht haben soll; sie leiten davon die weite Verbreitung der erratischen (Findlings-) Blöcke, fern von den Alpen und dem Jura und fern von den Gebirgen Skandinaviens und Finnlands (von welchen letzteren die Blöcke in der norddeutschen Ebene herrühren sollen) ab. Ob dies mit obigen Veränderungen zusammenhängt??

ihr Nichts zurückgekehrt sind, obgleich wir sie noch immer am Himmel glänzen sehen, bis endlich auch der letzte Strahl, den sie ausgesendet haben, zu uns gelangt. So sehen wir, wohin wir unsere Blicke wenden, Himmelskörper ohne Zahl, und selbst in jenen Fernen, wohin unsere Fernröhre nicht mehr dringen, selbst dort, wo alles Licht erlischt, wo auch das schärfste Auge nichts als Nacht erblicken würde — auch diese Räume sind höchst wahrscheinlich wieder von neuen Welten, von neuen Zeugen der Allmacht ihres Schöpfers erfüllt." —

Endlich beschließen wir diese Bemerkungen mit einigen Betrachtungen, bei denen wir uns von einem speculirenden Kopfe leiten lassen. Das eigentliche Wissen ist die Sache des Verstandes auf der Basis sicherer Erfahrungen, aus welchen er zuverlässige Schlüsse zieht. Wo dieses strenge Wissen aufhört, beginnt das große Gebiet der Wahrscheinlichkeiten, Möglichkeiten, Vermuthungen. In ihnen behauptet die Phantasie ihr Recht, und gern vernimmt man ihre Sprüche, wenn sie nicht verstandlos in leeren Weiten umherschweift. Vernehmen wir Etwas dieser Art von F. Y. („die Gestirne und die Weltgeschichte, Breslau 1846"), nach meinem Bedünken etwas recht Interessantes.

Das Licht legt in einer Zeitsecunde in runden Durchschnittszahlen einen Weg von 41000 Meilen zurück. Von dem Monde erreicht es, da er 51000 Meilen entfernt ist, das Auge des Erdbewohners in $\frac{5}{4}$ Secunden; von der Sonne (21 Mill. Meilen) in 8 Minuten; vom Jupiter (133 Mill. Meilen beim größten Abstand) in 52 Minuten; vom Uranus (400 Mill. Meilen) in mehr als 2 Stunden; vom Neptun in 4 bis 5 Stunden; vom hellsten Fixstern im Centaurus (4 Bill. Meilen) in $3\frac{1}{2}$ Jahren; nach Harding u. A. von den Sternen

erster Größe in etwa				12	Jahren;
zweiter	=	=	=	20	=
dritter	=	=	=	30	=
vierter	=	=	=	45	=
fünfter	=	=	=	66	=
sechster	=	=	=	96	=
siebenter	=	=	=	180	=
zwölfter	=	=	=	4000	=

d. h. ein Lichtstrahl, den ein Stern zwölfter Größe aus einer muthmaßlichen Entfernung von 5000 Bill. Meilen uns zusendet, kommt nach 4000 Jahren auf der Erde an, und was sich jetzt im Augenblicke dort begiebt, würden wir, wenn wir es vermöchten, nach 4000 Jahren auf der Erde wahrnehmen. Nach Herschel ge-

braucht das Licht von den entferntesten Sternen oder Milchstraßen, die wir durch die raumdurchdringendsten Fernröhre noch wahrnehmen, bis zu uns Millionen von Jahren*). Es folgt daraus: den Mond sehen wir nicht so, wie er jetzt ist, sondern wie er vor $\frac{5}{4}$ Secunden war; den Uranus, wie er vor länger als 2 Stunden, den Stern im Centaurus, wie er vor 3 Jahren, einen Stern zwölfter Größe, wie er vor 4000 Jahren war, und wenn der letzte jetzt verlöschte, so würden wir dies erst nach 4000 Jahren erfahren**).

*) Das Licht von dem äußersten teleskopischen Sterne bringt uns von dem Dasein eines körperlichen Dinges das älteste Zeugniß, welches uns, wie Humboldt sagt, „durch eine einfache Gedankenverbindung über eine Myriade von Jahrhunderten in die Tiefen der Vorzeit zurückführt."

**) „Solche Begebenheiten des Weltraums (Erscheinen und Verschwinden von Sternen) gehören in ihrer historischen Wirklichkeit andern Zeiten an als denen, in welchen die Lichterscheinung den Erdbewohnern ihren Anfang verkündigt; sie sind wie Stimmen der Vergangenheit, die uns erreichen. Man hat mit Recht gesagt, daß wir mit unsern großen Fernröhren gleichzeitig vordringen in den Raum und die Zeit. Wir messen jenen durch diese; eine Stunde Zeit sind für den Lichtstrahl 148 Millionen Meilen. Herschel der Vater glaubt, daß das Licht 2 Millionen Jahre brauche, um von den fernsten Nebelflecken, die sein 40füßiger Refractor erreichte, zu uns zu gelangen. Vieles ist also längst verschwunden, ehe es uns sichtbar wird; vieles war anders geordnet. Der Anblick des gestirnten Himmels bietet Ungleichzeitiges dar; und so viel man auch den milde leuchtenden Duft der Nebelflecke oder die dämmernd aufglimmenden Sternhaufen uns näher rücken und die Tausende von Jahren vermindern will, welche als Maaß der Entfernung gelten, immer bleibt es, nach der Kenntniß, die wir von der Geschwindigkeit des Lichts haben, mehr als wahrscheinlich, daß das Licht der fernen Weltkörper das älteste sinnliche Zeugniß von dem Dasein der Materie darbietet. So erhebt sich, auf einfache Prämissen gestützt, der reflectirende Mensch zu ernsten, höheren Ansichten der Naturgebilde, da, wo in den tief vom Licht durchströmten Gefilden

„wie Gras der Nacht Myriaden Welten keimen."

Der nachdenkende Leser wird bei Wahrheiten, wie die oben vorgetragenen, seine eigenen Bemerkungen machen. Hier wollen wir nur einer Erwähnung thun. Es ist noch nicht lange her, hier und da geschieht es noch, daß man von theologischer Seite den hart anließ, welcher an der buchstäblichen Wahrheit der Erzählung der Genesis von der Schöpfung zweifelte und z. B. der Welt ein höheres Alter als das von 6000 Jahren zuschrieb. Jetzt ist das eine Wahrheit, die nur ein Unwissender noch zu leugnen wagt.

Das mosaische Alter der Welt (jetzt 5809 Jahre nach Calvisius) ist darum von den Astronomen (selbst von Schubert) längst aufgegeben. Das Licht braucht viele Tausende oder Hunderttausende von Jahren, um von den fernsten Sternen und Lichtnebeln zu uns zu gelangen. Da es da ist, so müssen also diese Sterne 2c. schon so lange existiren. „Sollen wir" — fragt Mädler — „uns etwa aus Besorgniß, es möchte ein Alter der Welt resultiren, wogegen das der mosaischen Geschichte zu einem Nichts verschwindet, unsre Forschungen bei Seite setzen? Der Religion, der einen und ewigen, will die Naturforschung als Dienerin verpflichtet sein und bleiben; denn Gotteserkenntniß und Wahrheitserkenntniß ist ein und dasselbe; zu einer gefügigen Magd der jedesmaligen theologischen Richtung wird sie nun

Das Alles waren bekannte Sätze. Das Interessante und Neue ist, daß unser Verfasser sie umkehrt.

Ein Bewohner auf dem Monde sieht das, was sich auf der Erde zuträgt und durch Licht sich fortpflanzt (was Gestalt und Farbe hat), nach $\frac{5}{4}$ Secunden; ein Sonnenbewohner nach 8 Minuten; ein Centaur-Bewohner hat die Illumination des Jahres 1840 in preußischen Städten, wenn er sie gesehen hat, im Jahre 1843 gesehen; ein Bewohner des Sternes Wega im Jahre 1852; der Bewohner eines Sternes 12ter Größe wird sie nach 4000 Jahren sehen; jetzt sieht ein solcher also die Erde so, wie sie war, als Memphis gegründet wurde und Abraham auf der Erde wandelte. Bei der unendlichen Menge von Sternen in den verschiedensten Abständen wird sich also immer ein Stern finden lassen, der die Erde jetzt so sieht, wie sie in der Vergangenheit irgend einmal war.

Denken wir uns nun die Gottheit mit einem allsehenden Auge an jedem Punkte des Weltalls, so sieht sie in jedem Momente der Zeit alles Vergangene und Gegenwärtige zugleich; das Vergangenste gerade so, als ereignete es sich in diesem Momente. Hierdurch entsteht eine menschlich-deutliche Vorstellung der Allwissenheit, welche mit der Allgegenwart zusammenfällt. Zeit und Raum fallen zusammen. Das Nacheinander in der Zeit liegt räumlich gleichzeitig nebeneinander. Durch die Steigerung einer menschlichen Eigenschaft, des Sehens, ist eine Eigenschaft Gottes sinnlich begreiflich geworden. Jeder Moment der Geschichte kann noch einmal sinnlich aufgefaßt werden. Man braucht sich nur in Gedanken in den Weltkörper zu versetzen, auf dem eben das Licht, der Träger

---

und nimmermehr sich erniedrigen." — Die „Gegenwart", Leipzig bei Brockhaus, 6. Band, S. 230, stellt folgende Betrachtung an:

„Es verlohnt einiger Maßen der Mühe, nachzuweisen, wie sich nach der Auffassungsweise der mosaischen Genesis, welche das gesammte Universum nur 48 unsrer Stunden vor Adam erschaffen läßt und diese Epoche 4000 Jahre vor Christi Geburt festsetzt, die Weltanschauung von unsern Stammeltern ab gestaltet haben müßte. Sonne, Mond und Planeten hätte Adam sogleich erblickt; aber nichts weiter. Der erste Fixstern, α Centauri, wäre ihm nach 3 Jahren zu Gesicht gekommen, und so allmählig, etwa in Pausen von Jahrzehnten, einer nach dem andern. Jede folgende Generation hätte neue Sterne erblickt. Den alten Griechen und Römern wären beiläufig alle jetzt mit bloßen Augen einzeln sichtbaren Sterne, aber noch nicht die Milchstraße, sichtbar gewesen, die sich erst in den Jahren nach Christo allmählig entwickelt hätte. Von den Nebelflecken, selbst denen, die keines Fernrohrs zu ihrer Auffindung bedürfen und die deßhalb schon im „Almagest" des Ptolemäus vorkommen, wüßten wir auch heute noch nichts, und erst nach Hunderttausenden von Jahren würden späte Enkel einige derselben zu sehen anfangen. Die weiteren hier sich darbietenden Betrachtungen möge jeder Leser selbst anstellen." —

der Geschichte, ankommt. Die Welt ist unendlich groß, und alles Geschehene ist ewig, die Vergangenheit ist eine Ewigkeit. Man kann die Sache auf innere Zustände, Gefühle, Gedanken u. s. w. ausdehnen. Auch sie erzeugen körperliche Bewegungen, die sich durch Licht oder Aether, oder andere Media fortpflanzen können. Nur von der Möglichkeit, dem Denkbaren, ist die Rede. Eben jetzt steht vor dem denkenden Wesen Luther vor dem Reichstage in Worms, Carl der Große wird in Rom gekrönt, Moses schlägt mit dem Stab den Felsen, Adam geht im Paradiese umher u. s. w. Der Weltenraum umschließt wie ein Archiv alles Geschehene. Alle Thaten, offne und geheime, alle Empfindungen und Gedanken leben in der realen Wirklichkeit fort. Alles ist unsterblich, in alle Ewigkeit fortwirkend. —

Denken wir uns, daß ein Bewohner eines Sternes zwölfter Größe sich mit offnem Auge und bewußter Auffassungsgabe in solcher Geschwindigkeit der Erde näherte, daß er in einer Stunde auf derselben ankäme, so erlebte er in einer Stunde die Weltgeschichte der Erde von den Zeiten Abrahams bis jetzt. Die eine Stunde wäre für ihn so inhaltreich wie ein Zeitraum von 4000 Jahren. Diese Stunde können wir beliebig zusammenziehen. Hierdurch wird es anschaulich, daß auf den allerhöchsten Geist die Zeit keine Anwendung findet. Zugleich wird es dadurch anschaulich, daß „vor ihm tausend Jahre sind wie ein Tag und wie eine Nachtwache.“ Dieser Satz ist nun kein bloßer Wortschall mehr. Es ist etwas ganz Anderes, einen Satz hören und ihn nachsprechen, ein Anderes, ihn verstehen, d. h. menschlich (mehr vermag Keiner) verstehen. Ist es ja schon etwas Anderes, einen Satz wegen der logischen Ableitung zugeben müssen, und etwas ganz Anderes, seine Wahrheit selbst anschaulich erkennen; wie vielmehr hier!

Zusatz.

Um dem Lernbegierigen das Auffinden der Sternbilder (die Kenntniß der Astrognosie) zu erleichtern, geben wir auf den Tafeln VI., VII. und VIII. kleine Sternkarten; auf Tafel VI. die Sternbilder der nördlichen, auf Tafel VII. die der südlichen Halbkugel, auf Tafel VIII. die Sternbilder um den Aequator herum.

Die Karten sind zwar klein, aber sie enthalten doch die meisten Sternbilder. Nur die Sterne erster bis vierter und einzelne fünfter Größe sind aufgenommen, die zu einem Sternbilde gehörigen durch

Linien (Alignement) verbunden *). Man thut wohl daran, die einzelnen Sternbilder in vergrößertem Maaßstabe zu zeichnen. Auf den Kärtchen tragen sie die Ziffern, mit welchen die Namen (auf S. 256 f.) bezeichnet sind. Nr. 1 bis 12 sind die Sternbilder des Thierkreises. Damit die Kärtchen nicht allzu bunt würden, sind nicht alle 108 Sternbilder aufgenommen, sondern die kleineren weggelassen; doch stehen die Ziffern an der Stelle, wo die ausgelassenen Sternbilder stehen.

Von einem aus lernt man die übrigen kennen. Dieses eine ist der große Bär oder Wagen am Himmel, den Jedermann kennt. Nur muß man bedenken, daß derselbe, wie jedes Sternbild, von Stunde zu Stunde seine Stellung ändert, daß er also in einem Tage um 10 Uhr Abends an einem andern Orte steht als um 6 Uhr an demselben Tage. Ferner, daß er am 23. September Abends um 6 Uhr die ganz entgegengesetzte Richtung von dem Beobachter hat, als am 21. März um 6 Uhr Abends. Beide Umstände sind ganz natürlich, erschweren aber dem Anfänger das Auffinden der Sternbilder an jedem Tage zu jeder Stunde der Nacht. Fortgesetzte Beobachtung überwindet aber auch hier alle Schwierigkeiten **).

---

*) Statt der Bilder, welche die Alten an dem Himmel erblickten, geben wir nur das Alignement. Nicht, als wenn das Erschauen dieser Bilder nicht interessant wäre; aber sie erschweren, weil sie Fictionen der Einbildungskraft sind, dem Anfänger das Auffinden. Außerdem sind wir Nordländer: der Verstand herrscht vor und durch ihn die Richtung auf das Naturwahre ohne Einkleidung und Schminke. Also um der Deutlichkeit willen haben wir auf den beigegebenen kleinen Sternkarten die Bilder, unter welchen die Alten die Gestirne betrachteten, weggelassen; aber es ist unsre Meinung durchaus nicht, ihnen die Namen derselben vorzuenthalten, ja wir wünschen, damit neben der klaren Erkenntniß auch die bilderreiche Phantasie die ihr gebührende Nahrung empfange, daß man der lernbegierigen Jugend auch die alten Bilder der Gestirne (nach Byron die „Poesie des Himmels") in Abbildungen zeige. —

**) Ich kenne Lehrer, denen nie ein Sternbild von einem Andern gezeigt worden ist, die ihre Kenntniß der Astrognosie einzig dem Gebrauch der Himmelskarten und Globen und (natürlich) der Beobachtung verdanken. Eine auf solche Art selbst-, folglich mühsam erworbene, aber darum auch unverlierbare Kenntniß macht einem bleibend Vergnügen, und man erneuert sie im Bewußtsein mit stets neuer Freude.

Unbegreiflich ist daher manche Erscheinung von Stumpfsinn.

Auf einer meiner Schulreisen brachte ich eine Sommernacht bei einem Lehrer zu, dessen Schule und Wohnhaus auf einer freien Anhöhe lagen. Wir saßen in erquicklichster Kühle bis gegen Mitternacht im Freien. Unwillkürlich fiel der Blick auf den in prachtvollster Erscheinung glänzenden Sternenhimmel. Mein Gastwirth hatte mir vorher erzählt, daß er sich oft, wie gerade eben jetzt, zur Zeit des Feierabends im Freien erlabe. Was wußte der gute Mann von den Sternen? Er kannte — den „großen Himmelswagen", wie er ihn nannte, und er erinnerte sich, daß ihm einmal ein Quidam auch den „kleinen Himmelswagen" gezeigt habe. Er konnte ihn aber nicht mehr finden. Von allem Uebrigen rein Nichts. — Mit solchem Stumpfsinn vergleiche man die Scharfsichtigkeit und den Spürsinn eines Wilden der nordamerikanischen Wälder und Hochebenen,

Die Linien, welche auf den Sternkärtchen durch die Pole gezogen sind, und auf der Peripherie, die den Aequator vorstellt, senkrecht stehen, stellen Kreise vor. Die Pole sind also durch Halbkreise mit einander verbunden; jedes Kärtchen zeigt nur deren Hälften, vom Pol bis zum Aequator (Quadranten), und zwar Tafel VI. die nördlichen, Tafel VII. die südlichen Quadranten. Die Sterne, welche in demselben Halbkreise stehen, gehen in demselben Augenblicke durch den Meridian eines Ortes.

Sterne, welche in verschiedenen Halbkreisen stehen, gehen zu verschiedenen Zeiten durch den Meridian, und zwar so, daß eine gegenseitige Entfernung der Halbkreise von 15° (gemessen auf dem Aequator) in der Culmination einen Zeitunterschied von 1 Sternstunde hervorbringt; ein Halbkreis, der 15° östlich von einem andern liegt, geht 1 Stunde später durch den Meridian als dieser erste. Nimmt man nun einen dieser Halbkreise als Ausgangskreis an, und merkt die Zeit, wann er durch den Meridian geht, so kann man die Zeit (Stunde) im Voraus berechnen, wann irgend ein Stern durch den Meridian geht, wenn man nur die Bogenentfernung des Halbkreises, in welchem er liegt, von jenem Ausgangshalbkreise kennt.

Z. B. Man weiß, daß der Ausgangshalbkreis um 12 Uhr Nachts durch den Meridian geht, so findet man, daß ein Stern, dessen Halbkreis 30° östlich von dem Ausgangshalbkreise liegt,
2 Stunden später, also ungefähr um 2 Uhr Morgens culminirt;
dagegen ein Stern, dessen Halbkreis 30° westlich von dem Ausgangshalbkreise liegt,
2 Stunden früher, also ungefähr um 10 Uhr Abends culminirt.

Aus diesem Grunde heißen diese Halbkreise, von 15° zu 15° vom Ausgangshalbkreis an gerechnet, Stundenkreise. Es giebt deren daher $\frac{360^\circ}{15^\circ} = 24^\circ$.

Der Anfangsstundenkreis wird nun durch den Frühlingsäquinoctialpunkt gelegt, d. h. durch den Durchschnittspunkt der Ekliptik und des Aequators im Anfangspunkte des Zeichens des Widders. Derselbe geht durch 0°; denn hier beginnt die Zählung *). Auf

---

oder die Aufmerksamkeit eines alten chaldäischen Hirten! — Weiß man ja nicht einmal gewiß, ob sich nicht die Zugvögel oder selbst die Zugfische nach den Sternen richten. Kenntniß und Erkenntniß der Natur erhöhen ihren Genuß.

*) Seine Verlängerung geht durch den Punkt der Herbst-Tag- und Nachtgleiche. Er heißt auch der Kolur der Tag- und Nachtgleichen; der 90°

dem ersten der äußeren Kreise stehen die Grade verzeichnet, von 0° oder 360°, dem Frühlingsäquinoctialpunkte an, von 15 zu 15°. Auf dem zweiten der äußeren Kreise stehen die Stunden I, II, III, und so fort bis XXIV.

In dem Augenblicke, in welchem dieser Anfangsstundenkreis durch den Meridian eines Ortes geht, beginnt daselbst (für den Astronomen) der Sterntag, was, wie früher angegeben, nach mittlerer Zeit jeden folgenden Tag um etwa 4 Minuten früher geschieht als am vorhergehenden Tage. Nur an einem Tage, nämlich am Tage der Herbst=Tag und Nachtgleiche, fällt der Anfangspunkt des Sterntages mit dem Anfange des Sonnentages zusammen. Das Weitere ist aus folgender Zusammenstellung zu ersehen.

Anfang des Sterntages

am	22.	September	12	Uhr	Mitternachts,
=	6.	October	11	=	Abends,
=	21.	=	10	=	=
=	5.	November	9	=	=
=	21.	=	8	=	=
=	6.	December	7	=	=
=	21.	=	6	=	=
=	5.	Januar	5	=	Nachmittags,
=	21.	=	4	=	=
=	5.	Februar	3	=	=
=	20.	=	2	=	=
=	7.	März	1	=	=
=	22.	=	12	=	Mittags,
=	6.	April	11	=	Vormittags,
=	21.	=	10	=	=
=	6.	Mai	9	=	=
=	22.	=	8	=	=
=	7.	Juni	7	=	=
=	21.	=	6	=	=
=	6.	Juli	5	=	Morgens,
=	22.	=	4	=	=
=	6.	August	3	=	=
=	21.	=	2	=	=
=	5.	September	1	=	=

davon entfernte Stundenkreis, welcher durch die Punkte der Sonnenwenden geht, heißt der Kolur der Sonnenwenden. (Das Wort Kolur stammt aus dem Griechischen, heißt eigentlich (nach Kepler) verstümmelter Schwanz, und danach jene Kreise deswegen so, weil wir den unteren (dem Südpole zugekehrten) Theil derselben (den Schwanz) nie sehen. (?)

Dieses Verzeichniß ist in so fern wichtig, weil man, wenn einmal die Lage des Anfangsstundenkreises bekannt ist, aus ihm ersehen kann, zu welcher Zeit ein anderer Stundenkreis, dessen Entfernung vom ersten man kennt, culminirt.

Die Entfernung eines Sternes vom Anfangsstundenkreis in Graden des Aequators oder eines Parallelkreises, nennt man seine gerade Aufsteigung (Rectascension), seine Entfernung vom Aequator, in Graden des Stundenkreises, seine Abweichung (Declination) *). Jene findet man durch die Zeit, welche von der Durchgangszeit des Anfangsstundenkreises durch den Meridian bis zu der Zeit, wo der Stern culminirt, vergeht, diese durch Messung mit einem Instrument. Kennt man die gerade Aufsteigung und Abweichung eines Sterns, so weiß man seine Stelle am Himmel und folglich auch auf einem Globus und einer Sternkarte. Eine genaue Bestimmung der Sternörter ist natürlich äußerst wichtig. Sie ist immer das Erste, was die Astronomen bei der neuen Entdeckung eines Himmelskörpers, der Erscheinung eines Kometen 2c., vornehmen, und sie benachrichtigen einander sofort von der „Rectascension“ und der „Declination“ des Körpers. Sonst weiß der Andere nicht, wo er denselben zu suchen hat.

Auf der dritten Sternkarte, welche den Thierkreis mit den angrenzenden Sternbildern enthält, sind auch die 24 Stundenkreise verzeichnet.

Durch die Kärtchen kann man, in Verbindung mit jenem Sternzeit-Verzeichniß, sogleich erkennen, welche Sterne an einem bestimmten Tage zu einer gewissen Stunde culminiren.

Gesetzt z. B., wir wollten dieses für den 21. October um 11 Uhr Abends wissen. Aus dem Verzeichniß ersehen wir, daß an diesem Tage der Anfangsstundenkreis um 10 Uhr den Meridian passirt hat. Um 11 Uhr ist eine Stunde verflossen, folglich liegt alsdann der erste Stundenkreis (1) in dem Meridian. Weiß man dieses, so weiß man auch, welche Sterne gegen Süden stehen und alles Andere. Denn 180° des Aequators sind immer über dem Horizont, also 6 Stundenkreise rechts und 6 links vom Meridian.

Man kann sich auch helfen, wie folgt.

Wenn man weiß (und dies muß man wissen), in welchem Zeichen des Thierkreises die Sonne an einem bestimmten Tage steht, so weiß man auch, welche Sternbilder Mittags und Mitternachts cul-

---

*) Dieselben Größen heißen auf der Erde bekanntlich geographische Länge und Breite; nördliche und südliche Breite, wie nördliche und südliche Abweichung oder Declination.

miniren und alles Andere. Nämlich z. B. so: Gesetzt, wir wollten am 6. Februar, Abends 8 Uhr, die Sterne beobachten.

Seit dem 20. Januar steht die Sonne im Zeichen des Wassermanns, also in dem Sternbilde des Steinbocks. Der Steinbock culminirt also mit der Sonne. Das dem Steinbock gerade gegenüberliegende Sternbild ist der Krebs. Dieser culminirt also Mitternachts. 4 Stunden früher, um 8 Uhr, stand, da alle 2 Stunden etwa ein Sternbild den Meridian passirt, der Stier im Meridian. Folglich sind um diese Zeit ungefähr die drei vorhergehenden und die drei folgenden Sternbilder des Thierkreises zugleich über dem Horizonte, und welche anderen außerhalb des Thierkreises mit ihnen, das lehrt die Karte u. s. w.*) —

Nun beschreiben wir noch kurz die Hauptsternbilder mit Bemerkungen über ihren Inhalt und ihre gegenseitige Stellung.

Die Sterne, welche auf Tafel VI. innerhalb des in einer Entfernung von $52\frac{1}{2}{}^0$ vom Nordpol entfernten Kreises stehen, gehen für Berlin nie unter, bleiben stets über dem Horizonte von Berlin, und sind also Circumpolarsterne für Berlin. Die Sterne, welche auf Tafel VII. innerhalb des ähnlichen Kreises stehen, gehen für Berlin nie auf.

Das Auffinden der Sternbilder selbst fangen wir, wie gesagt (von dem Bekannten ausgehend), mit dem großen Bären oder Wagen an (Nr. 18.).

---

*) Die Sterne sind zu verschiedenen Zeiten des Jahres sichtbar. Ich will annehmen, daß Sie am 1. jedes Monats um 11 Uhr Abends nach dem Himmel schauen, um zu sehen, welche Sterne im Meridian sind. Am 1. Januar werden Sie das große Sternbild Orion im Meridian sehen; Aldebaran und die Plejaden sind westlich von dem Meridian. Der helle Sirius hat ihn noch nicht erreicht. Am 1. Febr. finden Sie in derselben Zeit, daß Aldebaran und die Plejaden im Westen untergehen, daß Orion ein gutes Stück nach Westen gerückt ist und daß Sirius den Meridian ein wenig überschritten hat. Es finden sich drei hervorragende Sterne, die Jedem, der auf die Sternbilder zu sehen gewöhnt ist, wohl bekannt sind: das Zwillingspaar Castor und Pollux und Procyon oder der kleine Hund in der Nähe des Meridians. Am 1. März sind Castor, Pollux, Sirius und der Hundsstern nach Westen gegangen, Orion geht jetzt unter und wir finden, daß das helle Sternbild des Löwen sich dem Meridian nähert. Am 1. April nehmen Sie wahr, daß das Sternbild des Löwen mit Ausnahme des hellen Sternes β (Beta) durch den Meridian gegangen. Am 1. Mai zeigt sich Ihnen, daß der Löwe mit seiner ganzen Sternenschaar nach Westen wandelt, dagegen der helle Stern Spika im Sternbilde der Jungfrau im Meridian ist, während sich der große rothe Stern Arcturus dem Meridian nähert. Am 1. Juni finden wir, daß Spika nach Westen gegangen ist, daß Arcturus den Meridian durchschnitten hat, und daß andre, weniger hervortretende Sterne im Meridian sind.

Wenn wir in derselben Weise die übrigen Monate des Jahres durchgehen, so finden wir, daß die Sterne sämmtlich von einem Monate zum andern in derselben Richtung nach Westen fortschreiten. (Airy, Sternkunde, S. 65.)

Treffliche Dienste in obiger Beziehung leistet das oben genannte „Observatorium" von Adami (à 12 u. 18 Rthl.; Berlin bei Dietrich Reimer).

Er ist kenntlich an 7 Sternen, von welchen 6 zur zweiten und einer zur dritten Größe gehören. Die 4 des Vierecks bilden die vier Räder, die 3 übrigen die Deichsel des Wagens. Der mittlere der Deichsel heißt Mizar und hat dicht neben sich ein kleines Sternchen, Alcor oder das Reiterlein genannt, das nur von guten Augen gesehen wird.

Verbindet man die Hinterräder des Wagens durch eine gerade Linie, und verlängert sie in Gedanken nach oben, so trifft sie auf einen Stern zweiter Größe, den Polarstern, den letzten im Schwanze des kleinen Bären, oder den letzten der Deichsel des kleinen Wagens (Nr. 19).

Fast um ihn herum windet sich der Drache (Nr. 24).

So fährt man fort, bis man sie kennt. Es ist nicht ohne Mühe; aber diese Mühe muß man sich nicht verdrießen lassen.

Wir bemerken noch Einzelnes.

Die Verlängerung der Deichsel des großen Wagens stößt auf den Bootes (Nr. 20) mit dem Arctur, dem röthlich funkelnden Stern der ersten Größe. Bootes oder Rinderhirt oder Bärenhüter.

Auf beiden Seiten desselben stehen die nördliche Krone (Nr. 31), ein Kranz von kleinen Sternen mit dem Edelstein derselben, Gemma, und das Haupthaar der Berenice (Nr. 50). Zwischen der nördlichen Krone und der Deichsel des großen Wagens stehen die Jagdhunde mit dem Herzen Carl's II. (Nr. 60 und 61).

So fortfahrend wird sich der aufmerksame Beschauer zurecht finden. Einen festen Anhaltspunkt gewährt die Bemerkung, daß die Himmelszeichen, in welche die Sonne erst nach sechs Monaten eintritt, um Mitternacht culminiren, nämlich das Zeichen des Widders am 23. Sept., das Zeichen des Stiers am 23. Oct. u. s. w. Die Sternbilder selbst stehen 30° ostwärts von dem gleichnamigen Zeichen, das Sternbild des Widders 30° ostwärts von dem Zeichen des Widders ꝛc. —

Hier kommen wir noch einmal auf die von Mädler behauptete gemeinsame Bewegung der 18 oder 20 Millionen Fixsterne unseres Milchstraßensystems um einen gemeinsamen Schwerpunkt in der Plejaden-Gruppe in der Nähe der Alcyone zurück.

Die Milchstraße ist keine bloße Sternenschicht, sondern ein mit Millionen Sternen erfüllter Ring oder noch wahrscheinlicher ein System von concentrischen Sternringen. Da dieselben sich, von der Erde gesehen, nicht vollständig decken, so können wir uns nicht in der Mitte dieser Ringe befinden.

Wir gewahren am Himmel Sterngruppen. Die Doppel- und mehrfachen Sterne bilden die unterste, größere Sternhaufen die nächsthöhere Ordnung dieser Systeme.

Der allgemeine Schwerpunkt braucht nicht materiell erfüllt zu sein, und noch weniger brauchte ein solcher Körper alle andern an Masse zu überwiegen. Der Schwerpunkt des Planetensystems fällt selbst häufiger außerhalb als innerhalb der Sonne.

Der Centralkörper ist also nicht zu suchen, sondern der allgemeine Schwerpunkt. Diesen eben findet Mädler in der Plejadengruppe.

Das Resultat seiner Untersuchung ist dieses: „Es vereinigt sich Alles dahin, die reiche und glänzende Sterngruppe der Plejaden als das allgemeine Bewegungscentrum anzusehen für alle die Millionen Sonnen, mit Inbegriff ihrer eigenen Systeme und bis zu den entferntesten Regionen der Milchstraße hin." *)

---

*) Mädler selbst ist inzwischen von der Centralsonne, d. h. von der Behauptung eines Centralkörpers im Schwerpunkte des Weltalls, nicht von diesem selbst, abgekommen. Er erklärte, in seiner Meinung wankend gemacht, die Alcyone als die „prima inter pares" in der freien Fixsternen-Republik; damit gab er die Meinung des Vorhandenseins eines „absoluten Centralkörpers" auf. —

[„Der Mann" (es war ein Engländer) — sagt Carl Vogt in seinen „Bildern aus dem Thierleben" (Frankfurt a. M. 1852, S. 377) — „hat vollkommen begriffen, daß die Erde, das Sonnensystem, das ganze All sich selbst regiert nach festen Gesetzen, daß die Entwicklung aller Potenzen in diesem All aus diesen Gesetzen hervorgeht, welche der Materie als solcher inne wohnen. Er erkennt in dieser Beziehung das unumschränkte Self-government des Weltalls an."] —

Nach Mädler's neuesten Forschungen und Mittheilungen *) existirt kein Fixsternkoloß, der als Centralsonne Alles regierte. Die Fixsterne zerfallen aber trotzdem nicht in von einander unabhängige Einzelsysteme; sie stehen in innerem Zusammenhange, sie bilden ein System. Die Form desselben ist die kugelförmige (globulare), ohne daß damit gesagt ist, daß keine Abweichungen von der Kugelform vorkommen. Der Schwerpunkt des Systems ist an keine dominirende Masse gebunden, sondern es ist ein Punkt im Raume, um den herum Alles im Gleichgewicht steht und in welchem die Gesammtanziehung aller Massen vereinigt ist. Die Plejadengruppe ist die Centralgruppe für das Fixsternsystem; der Schwerpunkt befindet sich bleibend in ihr! Die Gruppe besteht nahezu aus 500 Sternen, die verhältnißmäßig sehr dicht zusammenstehen. Eine Grundebene, auf welche die Fixsternbahnen bezogen werden könnten, scheint so wenig zu existiren, wie eine Grundebene für die Kometen unseres Sonnensystems. Die Entfernung von Alcyone von unsrer Sonne ist zu 45,000 000 Erd- oder Sonnenweiten = 940 Billionen Meilen berechnet worden, ein Raum, den das Licht in etwa 700 Jahren durchschreitet. Im Jahre 1860 sehen wir sie demnach so, wie sie im 12ten Jahrhundert existirte. Millionen Jahre sind es jeden Falls, welche die Lichtzeit der Nebelflecke, die sich in Sternhaufen auflösen lassen, bezeichnen. Nach obigen Angaben ist der Halbmesser der Neptunsbahn in der Entfernung der Alcyone 1½ Millionenmal und der der Bahn des Kometen von 1811 über 200000mal enthalten. —

*) Der Fixsternhimmel, Leipzig 1858, S. 140.

Das Volk nennt dieselbe in richtiger Vorahnung ihrer Bedeutung „die Gluckhenne mit den Küchlein." So bezeichnet sie auch Luther im Buche Hiob Kap. 9, 9: „Er macht den Wagen am Himmel und Orion und die Glucken und die Sterne gegen Mittag."

Die Milchstraße ist nur eine einzelne der Weltinseln, deren unzählige Tausende im Ocean des Himmelsraumes schweben. Dann kommen die Tausende von „Nebelflecken", theils auflösbar in Sterne und Sternhaufen, theils nicht (!). Die Magellanischen oder Capwolken in der Nähe des Südpoles bestehen aus Hunderten von Nebelflecken, Sternhaufen und einzelnen Sternen. Die größere der beiden Magellanischen Wolken enthält ihrer allein an 300. Ihre Gestalt ist bald kugelförmig, elliptisch, ringförmig, also mehr oder weniger regelmäßig, bald unregelmäßig. Die größere nimmt 12, die kleinere 10 Quadratgrade des Himmels ein. Um sich überhaupt einen ungefähren Begriff von der am Himmel teleskopisch sichtbaren Zahl der Sterne, Nebelflecke und Sternhaufen zu machen, vernehme man, daß man gezählt hat in der größeren Magellanischen Wolke:

	582 Sterne,	291 Nebelfl.,	46 Sternh.
in der kleineren:	200 „	37 „	7 „

Wir erblicken in der Milchstraße nicht ihren jetzigen, sondern ihren Zustand vor Jahrtausenden. Unsere Fernröhre empfangen nur Strahlen, die längst vor dem Beginn des Menschengeschlechts ihren Lauf begonnen haben. Hier stehen wir an der Grenze unseres jetzigen Wissens vom Dasein der Welten. Aber was in einer bestimmten Zeit die äußerste Grenze des Wissens zu sein schien, erkannte die nachfolgende Zeit bisher immer noch als ein Glied eines umfassenderen Organismus, einer höheren Unendlichkeit. —

Wer sich das Alles zusammen nun lebendig im Geiste vorzustellen im Stande ist; wer, will ich sagen, das innere Glück genießt, sich das Dasein der unzählbaren Weltkörper, ihre Mannigfaltigkeit, ihre Eigenthümlichkeit und Verschiedenheit, ihre gegenseitige Abhängigkeit und Beziehungen, ihre wunderbaren und doch so einfachen Bewegungen, ihre Wirkungen auf einander, ihre, daß ich so sage, Sehnsucht nach Vereinigung, die in ihrem Grundwesen so geheimnißvollen Kräfte, welche die unendlich mannigfaltigen Erscheinungen hervorrufen, endlich die erhabene Einfachheit und vollkommene Harmonie, kurz das Gesammtbild des Weltalls vorzustellen im Stande ist; wer sich außerdem hinzudenken kann die Beschaffenheit der Menschennatur, und ihre Fähigkeit, das Weltganze als das, was es ist, als ein einziges Vernunftreich, hervorgerufen und geleitet von einer schaffenden Weltallmacht und dirigirenden Weltweisheit, zu be-

greifen; wer, sage ich, dann noch meint, daß in dem Allen keine unmittelbaren religiösen Vorstellungen und Momente, Stimmungen und Antriebe liegen, oder, um es mit einem Worte zu sagen, wer selbst dann noch meinen sollte, daß es mit der Natur- und Vernunftreligion, der ältesten und ewig dauernden, nichts sei: der wird selbst, meine ich, einem denkenden und empfindenden menschlichen Geiste ewig ein Räthsel bleiben. Wer sich dagegen jenes Glückes theilhaftig weiß, wird eben damit auch wissen, daß der menschliche Geist fähig geworden, sich nicht nur von der Wissenschaft, sondern auch von der Religion des Kosmos Einiges anzueignen oder vielmehr sich zu derselben zu erheben. Ihr Inhalt steht in dem Buch der Sterne, in dem wir Einiges zu lesen versuchten, verzeichnet, es ist nicht von gestern her und wird morgen noch sein, ewig alt und ewig neu, unverfälscht und unverfälschbar, und dasselbe (das ist das Wohlthuende) für alle Bewohner des Alls *). Es wird daher wohl auch der Mühe werth sein, Jedermann dieses Buch lesen und verstehen zu lehren, und es scheint eben kein Lobspruch auf unsre Bildung und die Höhe unsrer Auffassung, als Bewohner eines Weltkörpers, zu sein, wenn wir uns erinnern, wie wenig daran von denjenigen gedacht wird, welchen die Bildung für ein ewiges Leben, das doch wohl nicht außerhalb des Alls liegen wird, vorzugsweise anvertraut ist. Führen wir darum unsre Kinder ein in den Himmelsdom, in welchem statt der Wachskerzen — Sonnen leuchten, statt der Heiligenbilder, mit Flittergold und Katzensilber ausstaffirt, Sternbilder: die Bären und die Löwen, die Dioskuren und die Jungfrau, der Schütze und der Orion! An ihnen hat man, wenn man dessen bedarf (und wer bedürfte dessen nicht, wenn man das Treiben der Menschen in den Staaten, Kirchen und Schulen betrachtet!), ein Correctiv für die Verkehrtheiten der Menschen und die Nichtigkeiten dieser Erde! Wie muß, ich will nicht sagen, einem Copernicus oder einem Herschel, sondern Jedem, sollte er auch nur das ABC der Sternenschrift an dem blauen Himmelsdome zu lesen verstehen, zu Muthe sein, wenn er ein zur Vernunft geschaffenes, zur Gottähnlichkeit berufenes Wesen abergläubische Gebete vor einem Heiligenhäuschen abkugeln sieht, oder wenn er die Geschichte lies't von jenem Bauer, der sich, um sein Seelenheil zu fördern, beeilte, einen Strohhalm zu dem Scheiterhaufen Vanini's herbeizutragen, zum Scheiterhaufen des Mannes, der es verstand, aus dem Strohhalme selbst das Dasein und das Wirken der

*) „Die Menschheit ist ein Glied des Kosmos." Dr. Ule, das Weltall, Halle 1850, II. S. 511.

Gottheit zu erkennen, aber dennoch zum Feuertode verurtheilt wurde! Wären Hunderte und Tausende von den Dingen, von welchen auch jetzt noch einige passiren, möglich gewesen, wenn man das Menschengeschlecht zur Einsicht in die Beschaffenheit des Weltalls erhoben hätte? — Geben wir darum, die wir dieses wissen, uns ganz den Eindrücken des Weltalls hin, und tragen wir dazu bei, das gegenwärtige und künftige Geschlecht auf die Höhe dieses Standpunktes zu erheben! —

VII. Messung und Berechnung der Entfernungen auf der Erde und am Himmel.

Zu wissen, wie weit die Himmelskörper von uns und von einander entfernt sind, ist interessant an und für sich; aber fast noch interessanter ist es, zu erfahren, wie der Mensch es gemacht hat, um dahinter zu kommen. Denn auf den ersten Blick scheint es eine reine Unmöglichkeit. Der gewöhnliche Menschenverstand hat daher auch von jeher an der Möglichkeit gezweifelt. Darum wollen wir den Versuch machen, ob es uns gelingt, dem Leser (ohne streng mathematische Vorkenntnisse) einen Begriff davon zu geben, die Methode, die dahin führt, anschaulich zu machen.

Will man die Entfernung zweier Punkte auf der Erdoberfläche von einander bestimmen, so kann man dieselbe in manchen Fällen unmittelbar messen, indem man von dem einen Punkte zum andern eine Schnur spannt, und diese mit einem angenommenen Grundmaaße, z. B. dem preußischen Fuße, mißt. Natürlich geht dies in den meisten Fällen nicht an. Alsdann verfährt man so: Man mißt irgend eine gerade Linie (eine Basis unmittelbar, auf möglichst ebenem Boden, einer geraden Chaussee z. B.), dann mit einem Winkelinstrumente (einem Theodoliten z. B.) den Winkel, welchen diese gerade Linie mit einer geraden Linie macht, die man nach einem entfernten Thurme hin zieht (visirt). Eben so mißt man an dem andern Ende der Basis den Winkel, welchen die Basis mit der von da aus nach demselben Thurme hin visirten Linie bildet. AB (Fig. 42.) sei die gemessene Basis = 2400′, Winkel A = 60°, Winkel B = 80°. Mit diesen auf dem Felde gefundenen Bestim-

mungen begiebt man sich nach Hause. Dort zieht man auf dem Papier eine gerade Linie ab, welche die Basis, 2400′, vorstellen soll. An ihre Enden legt man mit einem Transporteur, so genau als möglich, Winkel von 60° und 80° und verlängert die Schenkel, bis sie sich in c schneiden, faßt nun die Längen ac, bc zwischen die Spitzen des Cirkels (Cirkelinstruments) und trägt sie auf den angenommenen Maaßstab auf, d. h. man untersucht, wie lang ac und bc sind, wenn ab = 2400′ ist. Daraus erhellet, daß man mittelbar Entfernungen bestimmen kann, wenn man in einem Triangel eine Seite und die beiden daran liegenden Winkel kennt. Die Mathematiker verstehen das viel genauer zu machen, als es eben angegeben worden; statt ac und bc zu messen, berechnen sie dieselben. Aber die 3 Stücke, mit welchen sie rechnen, sind auf die beschriebene Art gefunden worden. Resultat: eine Basis und 2 Winkel eines Triangels reichen hin, um weiter zu operiren. Jede der gefundenen Längen AC und BC kann wieder als eine neue Basis angenommen werden, an deren Enden man Winkel mißt, und so begreift der Leser leicht, wie man die Entfernungen sämmtlicher Thürme, Bergspitzen u. s. w. eines ganzen Landes bestimmen und eine genaue Landkarte verfertigen kann. Es geschieht durch Triangulation oder ein Dreiecknetz, in welchem nur eine einzige Basis unmittelbar gemessen zu werden braucht; außerdem Winkel. Diese leichte Vorstellung eröffnet dem Blick die Möglichkeit, in die Ferne, in das Weltall hinein zu messen. Der Astronom thut es wirklich; der gebildete Mensch begleitet ihn in Gedanken, die Methode erkennend, deren sich jener bedient. Dem Scharfsinne der Menschen ist unmöglich Scheinendes möglich gewesen. Mit der Bildung verengert sich der Kreis der vorgestellten Möglichkeiten. Ein ungebildeter Mensch denkt (denkt?) Allerhand, was der gebildete nicht mehr denken kann (z. B. Gespenster, Aufhebung der Naturgesetze &c.); dagegen aber erweitert sich des Gebildeten Vorstellungskreis auch wieder, indem er die Gedanken der Gelehrten nachdenkt, die sich dem Kreis des gemeinen, wenn auch darum nicht ungesunden Menschenverstandes entziehen. Den geistigen Blick erweitern ist ein göttliches Vergnügen, ist Nährung des Geistes.

Auf die angegebene Weise hat man die Entfernungen der Hauptpunkte fast aller Länder Europa's von einander, auch vieler in Nord- und Südamerika, am Cap der guten Hoffnung und in Ostindien bestimmt. Der preußische Generalstab hat ganz Preußen mit einem Dreiecknetz überzogen, und dasselbe mit denen der angrenzenden Länder in Verbindung gebracht. Die Franzosen sind auch in diesem Punkte andern Nationen vorangeschritten. Aehnliche Messungen haben

dazu gedient, den Umfang der Erde selbst zu bestimmen. Derselbe wird gefunden, wenn man nur die Größe einiger Grade des Meridians kennt. (Kap. IV., 3.!) Man verlängert an zwei Orten die freihängenden Bleilothe bis zum Himmel zu gewissen Sternen und mißt den Winkel, den die Linien, nach diesen Sternen gezogen und bis zum Erdmittelpunkte verlängert gedacht, daselbst mit einander machen. Alsdann kennt man die Entfernung jener beiden Orte in Graden (Gradmessung); ihre wirkliche Entfernung (in Fuß, Meilen ꝛc.) kennt man durch Triangulation (geographische Ortsbestimmung) auch; durch beides den Umfang der Erde, durch ihn den Halbmesser derselben und alles Uebrige an dem Erdkörper, Oberfläche und cubischen Raum. Wie schon an andern Orten angegeben, hat man durch diese Gradmessungen die Erde als ein Ellipsoid kennen gelernt. Der Unterschied ihres größten und kleinsten Durchmessers wurde oben zu 6 Meilen ungefähr angenommen. (Genauer $5\frac{2}{15}$ preußische Meilen, die preußische Meile zu 2000 Ruthen gerechnet, indem nach Bessel der Durchmesser des Aequators $1693\frac{1}{3}$, die Achse $1687\frac{2}{5}$ preußische Meilen lang ist. Die Sicherheit dieser Messungen ist so groß, daß man den Halbmesser der Erde so genau kennt, daß der Fehler nicht $\frac{1}{25}$ einer Meile, also nicht 1000 Fuß, d. h. nicht die Länge des Gensd'armenmarktes in Berlin beträgt.) Aus dem Bisherigen begreift man, wie man die Entfernung je zweier Punkte auf der Erde bestimmen kann, ohne sie durch ein Dreiecknetz mit einander verbinden zu müssen. Man bestimmt zwei Sterne, welche durch die Zenithe der beiden Orte gehen, mißt den Winkel, welchen die zu ihnen gezogenen Linien mit einander machen; alsdann hat man den Winkel der Lothlinien der beiden Orte am Centrum der Erde, und damit deren Entfernung in Graden und folglich in Meilen. In ähnlicher Weise bestimmt der Schiffer auf dem Meere den Punkt, auf dem er sich befindet. Er holt die Bestimmung vom Himmel herab; erst astronomisch, dann geographisch. So gewinnt man eine lange Basis, von der aus man nun in den Himmel hinein operirt. Auf diese Art hat man die Winkel bestimmt, welche die von Berlin (oder Stockholm) und dem Cap der guten Hoffnung nach dem Mittelpunkte des Mondes gezogenen Linien mit der Basis von Berlin (oder Stockholm) nach dem Cap machen. Dieses ist schon ein sehr großer Triangel. Durch ihn hat man gefunden, daß der Mond im Mittel 60 (genauer $60\frac{1}{4}$) Halbmesser des Erdäquators von dem Mittelpunkte der Erde entfernt ist, $51025\frac{3}{4}$ preußische Meilen, den Halbmesser des Erdäquators zu $846\frac{2}{3}$ preußischen Meilen angenommen. Die Genauigkeit dieser natürlich oft wiederholten Rechnung ist so groß, daß der Fehler nicht 9 Meilen betragen kann,

indem die Unsicherheit der Kenntniß des Erdhalbmessers nicht $\frac{1}{6000}$ betragen kann.

Kennt man einmal die Entfernung eines Himmelskörpers, z. B. des Mondes, von der Erde, so kann man diese Entfernung wieder als neue Basis benutzen, und so begreift man (worauf es hier allein ankommt), wie man weiter in den Himmel hinein messen kann. Steht der Mond z. B. im Viertel, so bilden die geraden Linien, in Gedanken von der Erde und der Sonne nach dem Monde gezogen, daselbst einen rechten Winkel (90°), und man braucht nur noch den Winkel zu messen, welchen die beiden geraden Linien, von der Erde nach Sonne und Mond gezogen, mit einander machen: so hat man wieder einen Triangel, in welchem eine Seite und die Winkel bekannt sind u. s. w. —

Hier könnten wir schließen. Um aber dem wißbegierigen Leser, der noch weiter zu folgen Lust hat, den ferneren Verlauf der Sache etwas genauer vor die Augen zu führen, setzen wir die Betrachtung fort.

So richtig die bezeichnete Methode für alle Entfernungen in theoretischer Hinsicht ist, so hört ihre Anwendung doch praktisch mit dem Monde auf. Denn wenn die Basis sehr klein wird gegen die Entfernung eines Punktes von ihr, so machen die von ihren Endpunkten nach ihm gezogenen Linien an demselben einen so spitzen Winkel, daß der Punkt, in dem sie sich schneiden, nicht mehr mit Genauigkeit bestimmt werden kann. Man weiß dann nicht genau, ob sich die langen, nahe an einander hinlaufenden Linien gekreuzt haben, oder nicht. Darum denkt man darauf, diesen Winkel selbst zu bestimmen. Wäre der Beobachter in diesem Winkelpunkte, so hätte die Sache keine Schwierigkeit. Denn unsre Winkelinstrumente sind so fein, daß sie, selbst wenn die Entfernung 100000mal so groß wäre als die Basis, noch eine gute Bestimmung zulassen*). Da jenes aber nicht möglich ist, so muß man diesen Winkel aus der Größe der beiden an der Basis auf der Erde gemessenen Winkel erschließen (die Summe aller Winkel eines Dreiecks ist = 180°); aber die beiden Winkel an der Erdbasis, in verschiedenen Klimaten von verschiedenen Beobachtern u. s. w. gemessen, geben keine hinreichende Sicherheit mehr, wenn bloß der verhältnißmäßig sehr kleine Durchmesser der Erde als Basis angenommen werden muß. Man sucht daher eine größere Grundlinie. Diese hat man in dem Durchmesser der Erdbahn, dieselbe als Kreis angenommen, was hier hin-

*) Die vorzüglichsten neueren Instrumente leisten noch mehr; sie bestimmen Winkel von 1 Secunde und von Theilen einer Secunde. Ist ein Gegenstand 206265mal so weit entfernt, als seine eigene Größe beträgt, so erscheint er an dem Orte der angegebenen Entfernung unter dem Winkel einer Secunde.

reicht. Das Jahr hat eine unveränderliche Länge. Darum kennt man aus der Zeit, welche während des Laufes der Erde von einem Punkte zu einem andern verflossen ist, die Länge des Bogens ihrer Bahn, den sie in dieser Zeit durchschritten hat, und nun mißt man die Winkel, welche die Linien, von den Endpunkten dieser Grundlinie nach einem andern Punkte des Himmels gezogen, mit der Basis machen. Dieses geht nicht so leicht, als es hier gesagt wird; aber man sieht ein, daß es geht. Mancherlei Schwierigkeiten fallen dem Leser von selbst ein: die Erde ist zu verschiedenen Zeiten an verschiedenen Punkten — die Planeten ändern während dieser Zeit ihre Stellung rc. Aber schon Kepler hob die letztere, die Hautschwierigkeit. Aus Beobachtungen bestimmte er, ohne die Entfernung der Planeten zu kennen, die Umlaufszeit, und dadurch konnte er bestimmen, wann ein Planet genau wieder an demselben Punkte angekommen war, den er früher eingenommen hatte. So wußte man, wann die Erde, wann der Mars z. B. wieder an demselben Punkte stand rc. In solcher Weise berechnete schon Kepler das Verhältniß der Entfernungen aller damals bekannten Planeten von der Sonne, die Entfernung der Erde von der Sonne als Maaßstab angenommen. Diese Verhältnisse sind keine ungeheuern; die Entfernung des Uranus ist, wie bekannt, nur das 20($19\frac{1}{6}$)fache der Entfernung der Erde von der Sonne.

Aber damit kannte man die Entfernungen der Planeten von der Sonne noch nicht in Meilen. Diese Bestimmung machte der große Astronom Halley.

Venus und Mercur gehen zu gewissen Zeiten vor der Sonne her, gehen scheinbar als schwarze Punkte durch die Sonnenscheibe, von der linken Seite her, was mehrere Stunden dauert. So sah man z. B. im Jahr 1832 am 5. Mai in Berlin den Mercur vor der Sonnenscheibe hergehen.

Angenommen: die Venus gehe mitten durch die Sonnenscheibe — die Erde stehe während dieser Zeit still (eine Correction wird dadurch nöthig) — — zwei Astronomen, links und rechts, ost- und westwärts von einander stehend, erwarten mit genau gehenden Uhren den merkwürdigen Vorgang; der Beobachter links wird die Erscheinung zuerst wahrnehmen, zuerst die Mittelpunkte beider Körper auf einander treffen sehen. Der Beobachter rechts hat dieselbe Erscheinung später. Vergleicht man diese verschiedenen Zeiten mit einander, so hat man die Zeit, welche die Venus gebraucht hat, um an dem Orte ihrer Bahn den Winkel zu durchlaufen, welchen die Gesichtslinien der beiden Beobachter von links und rechts, nach der Venus gezogen, mit einander machen. Vergleicht man ferner diese

Zeit mit der Umlaufszeit der Venus, so hat man den Bogen, den Venus in jener Zeit zurücklegte und dadurch die Größe des Winkels beider Gesichtslinien selbst. Damit ist das Problem gelöset. (Aus ihm findet man die Größe des Winkels, unter welchem zwei Berührungslinien, aus den Endpunkten eines Erddurchmessers nach dem Mittelpunkte der Sonne gezogen, mit einander machen, die sogenannte Parallaxe*) der Sonne oder der Erde, welche zur Bestimmung der Entfernung hinreicht.) Die Venus ist dazu allein brauchbar; der Mercur ist zu weit entfernt, der Winkel darum zu klein. So hat der Durchgang der Venus durch die Sonne uns die Kenntniß der Entfernung der Erde von der Sonne geliefert. Leider ist das Phänomen sehr selten; es wird erst 1874 den 9 Dec. Morgens 5 Uhr, also zu sehr ungünstiger Jahres- und Tageszeit, wieder beobachtet werden. Es pflegt höchstens in 105 Jahren wiederzukehren, dann aber 8 Jahre später sich zu wiederholen. Die Durchgänge im vorigen Jahrhundert geschahen im Juni 1761 und 1769. Damals sandten die Fürsten Europa's Beobachter nach den entferntesten Punkten der Erde, damit die seltenen Erscheinungen möglichst genau beobachtet würden. Aus ihnen hat man entnommen, daß die Entfernung der Sonne von der Erde 24065 Erdhalbmesser beträgt, welche Zahl bis auf $\frac{1}{232}$ als genau angesehen werden kann. In preußischen Meilen 20375000 Meilen; die Grenzen, innerhalb welcher der wahre Werth liegt, sind 20287000 und 20463000 Meilen. Das Jahr 1874 wird die Grenzen enger ziehen. Aus dieser Entfernung läßt sich leicht berechnen, wie groß die Erde einem Menschenauge auf der Sonne erscheinen müßte; etwa so, wie eine Kugel von 2 Fuß Durchmesser in einer Entfernung von einer Meile erscheint, d. h. wie der Knopf eines Kirchthurms.

Mit der Entfernung der Erde von der Sonne ist die Basis für alle weiteren Messungen im Weltall gefunden, zunächst der Planeten, dann der Kometen.

Aber von der Bestimmung der Entfernung der Planeten bis zu der der Fixsterne war noch ein großer Schritt. Mit Sicherheit

---

*) Unter Parallaxe versteht man überhaupt den Unterschied in der Richtung eines Gegenstandes, der von zwei verschiedenen Orten gesehen wird.

Wenn wir einen Gegenstand, einen Punkt, mit unsern beiden Augen betrachten, so liegt er für jedes Auge in andrer Richtung. Beide Richtungen machen an dem Punkte einen Winkel. Dieser Winkel ist die Parallaxe der Augen. Ohne dieselbe können wir die Entfernung eines Punktes, der nur mit einem Auge angeblickt wird, nicht bestimmen. Ein Auge zeigt nur eine Richtung. Der Ort eines Punktes aber wird durch zwei Richtungen, in welchen er liegt, bestimmt.

Was hier zwei Augen sind, sind bei der Messung der Entfernung zweier Himmelskörper zwei Standorte auf der Erde, zwei Sternwarten u. s. w. —

ist er bereits in Betreff einer Anzahl von Fixsternen gethan; einige der Resultate sind vorläufig oben schon angegeben worden.

Trotz der unermüdetsten Anstrengungen von Seiten der Astronomen war man früher nicht im Stande, den Winkel zu bestimmen, welchen die von den Endpunkten des Durchmessers der Erdbahn, also von einer Basis von 42 Millionen Meilen aus, nach einem Fixsterne gezogenen geraden Linien (die jährliche Parallaxe der Fixsterne) machten; der Winkel war zu klein, die Gesichtslinien schienen parallel zu laufen. So viel brachte man heraus, daß man den Winkel, wenn er nur 2 Secunden betrage, würde gefunden haben. Daraus ließ sich die kleinste Entfernung erschließen, welche ein Fixstern haben konnte, e i n e Grenze, die i n n e r e; d. h. er konnte nicht näher sein als 206265 Halbmesser der Erdbahn, in runder Zahl 200000 Sonnenweiten, d. h. 200000 × 20 Millionen = 4 Billionen Meilen.

Nun forschte man nach der ä u ß e r e n Grenze, besonders S t r u v e in Petersburg, B e s s e l in Königsberg, M ä d l e r in Dorpat. Geben wir von ihrem Verfahren eine Vorstellung!

Gesetzt, unser Auge befinde sich in der Verlängerung der geraden Linie, welche 2 Gegenstände mit einander verbindet, wir sähen z. B. 2 Thürme gerade hinter einander (etwa die zwei Gensd'armen-Thürme in Berlin von der Hasenhaide aus). Wir behalten sie fest im Auge und bewegen uns rechts oder links; woran werden wir merken, welcher Thurm der nähere, welcher der entferntere ist? Antwort: derjenige, welcher sich nach der entgegengesetzten Seite zu bewegen scheint (zur Linken, wenn wir zur Rechten gehen und umgekehrt), ist der nähere; derjenige, welcher sich nach derselben Seite zu bewegen scheint, ist der entferntere. Begriffen? —

Die Thürme sind zwei hinter oder ganz nahe bei einander stehende Sterne (sogenannte optische Doppelsterne). Ist einer von denselben sehr hell, der andere sehr schwach, so ist die Voraussetzung wahrscheinlich: der schwache ist viel weiter entfernt als der hellglänzende. Solche Doppelsterne sind W e g a in der Leyer, Nr. 61 im Schwan. Jenen nahm S t r u v e, diesen B e s s e l auf's Korn. Innerhalb eines halben Jahres befindet sich die Erde an entgegengesetzten Punkten eines Erdbahn-Durchmessers, welche 42 Millionen Meilen von einander abstehen. Dies ist die rechts oder links gehende Bewegung. Resultat der Beobachtungen: die schwachen Sterne der genannten Doppelsterne folgten der Erde, gingen nach derselben Seite (die hellen Sterne gelten als Ausgangspunkte). Folglich sind diese beiden schwachen Sterne weiter entfernt als die hellen, zu denen sie gehören.

Gesetzt nun, die schwachen sind so entfernt als möglich, d. h. die nach ihnen von entgegengesetzten Punkten der Erdbahn gezogenen Linien laufen parallel: so ist die Stellungs- oder Winkeländerung, welche durch die Bewegung der Erde zwischen beiden Sternen wahrgenommen wird, der Winkel, unter welchem sich die Linien, von den entferntesten Stellungen der Erde nach dem hellen Sterne gezogen, schneiden, und daraus läßt sich, wie wir gesehen, die Entfernung des hellen Sternes bestimmen. Unter jener Annahme erhält man den kleinsten Winkel, folglich die größte Entfernung; denn kleiner als Null-Grad (der Winkel von Parallellinien) kann ein Winkel nicht sein. Dadurch erhält man also eine obere oder äußere Grenze, über welche hinaus der helle Stern nicht liegen kann. Mit jener unteren Grenze verbunden, hat man so den Raum, innerhalb dessen der bestimmte Fixstern stehen muß*).

Die Untersuchungen werden dann fortgesetzt, bis man zuletzt zu einem so sicheren Resultate gelangt, als die jetzigen Instrumente und Rechnungsmethoden gestatten. Seite 251 sind die Resultate von 7 Fixsternen bereits angegeben und die Zeiten bemerkt, in welchen das Licht die Räume zu oder von ihnen zurücklegt. Man kennt demnach erst die Parallaxen weniger Sterne; die Entfernung der meisten von der Erde und Sonne ist demnach noch unbekannt. Den kleinsten Fixsternen, welche Struve noch deutlich in seinem Fernrohre erkennen konnte, giebt er, wenn die Lichtstärke oder -schwäche einen Maaßstab für die Weite abgiebt, eine Entfernung von 5000 Billionen Meilen, eine Länge, welche von dem Lichte in 4 Jahrtausenden durchlaufen werden würde.

Die bekannten Maaßstäbe verlassen uns. Wir reden, wenn von den nicht mehr anschaulichen, nicht mehr anschaulich zu machenden Entfernungen die Rede ist, von Erdhalbmessern, dem Halbmesser der Mond- oder Erdbahn, Erdbahn-Durchmesser, Uranusbahn-Durchmesser, Fixstern- (Sirius) Weiten, Lichtjahren. Dann sind wir mit der Sprache zu Ende, mit den Vorstellungen schon viel früher. Aber die Grenzen des Raumes haben wir in keiner Weise erreicht: der endliche Verstand ist unfähig, das Unendliche zu messen und zu ermessen. Grenzen des Weltraums existiren nicht. Ob es äußerste Weltkörper giebt, wer wagt es zu sagen? — Doch in Größen und Zahlen allein liegt das Wunderbare nicht. Wäre die Welt nur eine Spanne groß, wäre sie dann weniger bewunderungswürdig? —

---

*) Die oben geschilderte Methode ist nur anwendbar bei optischen Doppelsternen. Bei ihnen nur läßt sich die obere und untere Grenze der Entfernung bestimmen; bei allen übrigen Fixsternen (Nicht-Doppelsternen) nur die untere Grenze.

Bewunderungswürdig ist auch der Menschengeist, weil er begreift und weiß, was über alle sinnliche Erfahrung hinaus geht. Entfernungen, welche keine Phantasie sich anschaulich vorzustellen im Stande ist, erregen immer unser Staunen, unser Denken steht gleichsam still. Darum muß, wenigstens für den Astronomen, in dem Augenblicke, in dem das Denken beginnen soll, die Verwunderung aufhören.

„Unsere Vertrautheit mit der Natur hindert nicht, daß sie, unserm Selbstbewußtsein gegenüber, uns plötzlich auch als das Räthselhafte erscheine, dessen Aneignung wir vergeblich erstreben. Die Bewunderung der Schönheit der Natur schlägt in die Verwunderung über ihre Existenz um, und die Materie mit der Unendlichkeit von Raum und Zeit und mit den zahllosen Ballen, worin sie sich zusammenkugelt, wird uns zu einer Qual. Meine Herren, wir lesen zwar in der Zeitung glatt weg, daß jenseits des Uranus der Neptunus entdeckt sei, etwa 600 Millionen Meilen von der Sonne und daher zum Umlauf um die Sonne mehr als anderthalb hundert Erdenjahre bedürftig. Allein als Wirklichkeit genommen, ist doch diese Weite des Raumes, diese Länge der Zeit und das Maaß der wandelnden Welten, eine ganz ungeheure Thatsache. Und dieser Planet gehört noch zu unserm System. Und wie viel ähnliche Systeme mag es geben, die zugleich alle wieder nur ein einziges sind! Mögen wir uns stellen, wie wir wollen, hier kommen wir mit keinem stumpfen nil admirari aus; es wird uns aber auch etwas wüst und unheimlich. Die Schranken unsers Wissens und Vermögens werden uns fühlbarer und die Natur vermummt sich in ein dämonisches Antlitz. Diesen Zug hat Göthe auch tief gefühlt, ohne jedoch jemals an der der Natur immanenten Vernunft irre zu werden"*). —

Endlich bemerke der Leser und Betrachter (er wird es von selbst zu thun sich nicht entbrechen können) das Feld, welches die Sternenwelt, das Universum, für die Beschäftigung des Menschen eröffnet hat. Es ist ein unendliches Feld und gewährt darum einen Blick in die Unendlichkeit des Fortschrittes des menschlichen Geistes. Keine Zeit wird kommen, wo er Alles erforscht haben wird, immer wird ihm noch Einiges zu thun übrig bleiben. Es giebt daher für den Geist keine Grenze der Entwicklung, und zwar in keiner Beziehung, auf keinem Felde der Forschung. Diejenigen, welche dem menschlichen Geiste in irgend einer Hinsicht eine Grenze ziehen, ewig unveränderliche Sätze aufstellen wollen, sind Geistestyrannen, welche die Natur des menschlichen Geistes verkennen und zuletzt, wenn die Forschung die von ihnen gezogenen Barrikaden überschritten

---

*) Göthe und seine Werke, von Rosenkranz. Königsberg 1847. S. 143.

hat, zum Spott werden. — Wie in den unendlich großen Raum, dringt der forschende Geist auch in das unendlich Kleine, er erforscht die Dinge im kleinsten Raum. Auf jenem Wege wird sein Auge durch das Raum-durchdringende Fernrohr, auf diesem durch das Mikroskop unterstützt. Dort forscht ein Bessel, hier ein Ehrenberg. Und zu diesen zwei äußeren Unendlichkeiten tritt die innere Unendlichkeit des menschlichen Geistes hinzu, der, da der Entwicklung des Geistes im Menschengeschlecht keine Grenze gesetzt ist, auch nicht aufhören wird, unerforschte Tiefen zu durchdringen. So gewähren die Wissenschaften dem Geist einen Blick in das unendlich Große, in das unendlich Kleine, in das unendlich Tiefe. Ueberall die Möglichkeit eines unendlichen Fortschrittes! Unbedingte Entwicklungsfreiheit ist darum eine Forderung der menschlichen Natur!

Zusatz.

Eine gebildete Frau machte mir die Mittheilung, daß ihr die in dem vorstehenden Kapitel gelieferte Darstellung über die Messung und Berechnung der Entfernung und Größe der Himmelskörper nicht genüge, und sie wünschte, wenn auch keine streng mathematische, auf trigonometrische Formeln basirte und darum für sie nicht zugängliche, so doch eine die innere Anschauung mehr im Detail ansprechende Entwickelung. Was ich ihr lieferte, setze ich nachfolgend hierher, mit dem Wunsche, daß es dem Einen oder Andern oder auch der Einen oder Andern willkommen sein möge. (Die veranschaulichenden Zeichnungen sind leicht dazu zu entwerfen.)

1. Zwei Winkel und eine Seite bestimmen die Größe aller übrigen Stücke eines geradlinigen Dreiecks.

2. In einem gleichschenkligen Dreieck bedarf es nur einer Seite und eines Winkels.

3. Ist in einem gleichschenkligen Dreieck der Winkel an der Spitze (der Basis gegenüber) sehr klein, so kann man ohne wesentlichen Fehler die demselben gegenüberliegende, sehr kleine Seite als den Theil eines Kreises ansehen, welcher aus der Spitze des Dreiecks mit einer Seite des gleichschenkligen Dreiecks als Halbmesser beschrieben ist.

Gesetzt nun, man kenne jenen Winkel und die kleine Basis, die als Bogen betrachtet wird, so kann man daraus die ganze Peripherie des Kreises und durch das bekannte Verhältniß der Peripherie zum Halbmesser diesen letztern, d. h. eine Seite des gleichschenkligen Dreiecks, berechnen.

Beisp.: der kleine Winkel am Centrum sei $= \frac{1}{2}^0 = 30'$, und die Basis $= 10$ Meilen; so ist die ganze Peripherie $= 360^0 = \frac{720^0}{2} = 720 \times 10 = 7200$ Meilen; und der Durchmesser dieses Kreises $= \frac{7}{22} . 7200 = 2290$ Meilen (in runder Zahl), folglich der Halbmesser $= 1145$ Meilen.

4. Eben so leicht ist es, aus einer der gleichen Seiten des gleichschenkligen Dreiecks und dem Winkel an der Spitze die kleine Basis zu berechnen. Jene giebt den Halbmesser des Kreises, das Doppelte den Durchmesser, $\frac{22}{7}$mal denselben die Peripherie, und der kleine Winkel das Verhältniß der Peripherie zu der gesuchten kleinen Seite.

5. Gesetzt, der um o (Fig. 47.) beschriebene Kreis stelle die Erde vor, der Mond sei in M, so steht derselbe dem Orte a im Horizonte, dem Orte b im Zenith, der Winkel M ist die (Horizontal-) Parallaxe des Mondes, ein Auge in M würde den Halbmesser der Erde unter diesem Winkel sehen. Die Astronomen wissen den Winkel o zu bestimmen, den Winkel a als rechten kennt man, folglich auch den Winkel M, außerdem die Größe des Halbmessers der Erde o a = 860 Meilen; folglich findet, wenn man Ma und Mo als gleich lang betrachtet, was ohne bedeutenden Fehler geschehen kann, obiger Fall statt, in welchem man aus dem Winkel an der Spitze und der Grundlinie die Länge einer Seite, d. h. hier die Entfernung des Mondes von der Erde, berechnete.

Der Winkel M ist 57′ groß, der gegenüberliegende Bogen 860 Meilen, die ganze Peripherie 360 × 60 = 21600′; wäre demnach jener Winkel 1′ groß, so wäre die Peripherie des ganzen Kreises 21600mal der Halbmesser der Erde; da der Winkel aber 57′ groß ist, so hat die Peripherie eine Länge von $\frac{21600}{57}$ = 379 Erdhalbmessern, also der Halbmesser $\frac{1}{44}$ davon, d. h. 60 Erdhalbmesser in runder Zahl, d. h. der Mond ist 60 Erdhalbmesser von der Erde entfernt.

6. Kennt man einmal die Entfernung des Mondes, so ist sein Durchmesser, und damit seine Größe sehr leicht zu berechnen.

Der Monddurchmesser erscheint unter einem Sehewinkel von etwa 30′, die Entfernung des Mondes von dem Erdmittelpunkte ist 60 Erdhalbmesser; man kennt also in dem gleichschenkligen Dreieck eine Seite und den Winkel an der Spitze, man sucht die Basis = Monddurchmesser.

Führt man dieses aus, so findet man denselben in runder Zahl = 468 Meilen.

7. In demselben Gange berechnet man aus der Parallaxe der Sonne, welche = 8½″ ist, die mittlere Entfernung von der Erde = 21 Mill. Meilen, und daraus in Verbindung mit dem Sehewinkel = 32′ die Größe des Sonnendurchmessers = 112 Erddurchmessern.

8. Wie der Halbmesser oder Durchmesser der Erde zur Berechnung der Entfernung und Größe von Mond und Sonne dienten, so bedient man sich des Halb- und Durchmessers der Erdbahn, letztere = 42 Mill. Meilen, zur Berechnung der Entfernung der Fixsterne, wenn man deren Parallaxe kennt, welche, wie oben gezeigt, die Astronomen zu bestimmen wissen.

VIII. Von der Zeit*) und dem Kalender.

1. Die Zeit, welche verschwindet von dem Durchgange eines Fixsterns durch den Meridian eines Ortes bis zum nächsten Durchgang desselben Sterns, nennt man einen Tag, einen Sterntag. In dieser Zeit, welche sich stets vollkommen gleich bleibt**), hat sich die Erde einmal um ihre Achse gedreht. Theilt man diesen Tag in 24 gleiche Theile, so heißt jeder Theil eine Stunde, der 60ste Theil einer Stunde eine Minute, der 60ste Theil einer Minute eine Secunde***), Alles Sternzeit. Eine Uhr, welche diese Zeit zeigt, heißt, im Unterschiede von einer nach der Sonne gehenden Uhr, d. h. einer Sonnenuhr, eine Sternuhr. Die

*) „Zeit" ist ein nicht definirbarer (Ur-) Begriff, obgleich Jeder von ihr eine Anschauung hat, die aber — wenigstens was das Urtheil über ihre Länge oder Kürze betrifft — in dem fortschreitenden Leben mancherlei Veränderungen unterworfen ist. Augustin sagte: „Wenn mich Jemand fragt, was Zeit ist, so weiß ich es; wenn es aber dieser Jemand von mir erfahren will, so weiß ich es nicht." Das Bewußtsein von ihrem gesetzlichen, regelmäßigen Ablauf erlangen wir durch regelmäßige Wiederholung von Erscheinungen. — Den kleinsten Theil der Zeit nennen wir Moment, die unendliche Ausdehnung derselben Ewigkeit. Von beiden können wir die Ausdehnung (die Größe) nicht angeben — nur andeuten, was sie nicht sind. Jede wirkliche Zeitlänge liegt zwischen diesen Grenzen, eine Periode, in der Regel begrenzt von wichtigen Begebenheiten oder Epochen, welche eine neue Zeitrechnung, eine Aera, einleiten oder einläuten. Die Abrahamitische Aera z. B. beginnt (nach Eusebius) 2016 v. Chr., die alte römische Aera 753 v. Chr., die christliche beginnt mit Christi Geburt, die muhamedanische 622 n. Chr., die französische Revolutions-Aera 1792 nach Chr. — Laplace sagte: „Die Zeit ist für uns der Eindruck, den in unserm Gedächtniß eine Reihenfolge von Ereignissen zurückläßt, von denen wir wissen, daß sie nach einander eingetreten sind. Zum Maaße der Zeit eignet sich eine regelmäßige Bewegung, wie die unsrer Uhren." —

**) Die Erde ist ihre eigene Uhr. Alle unsre Uhren müssen von ihr lernen; ihre Räder werden im Grunde alle gemeinschaftlich aufgezogen, getrieben und geregelt durch das große Rad der Erde mittelst des zwischengreifenden Getriebes der menschlich organischen Maschine. Während aber unsre Uhren immer bloß eine Zeit auf einmal anzeigen, zeigt die Erduhr alle Tagesstunden, Minuten und Secunden zu gleicher Zeit an, indem es für jeden Ort der Erde von anderer geographischen Länge auch andere Zeit ist. Nichts desto weniger findet überall derselbe Gang der Stunden auf ihr wie auf unseren Uhren statt. Sie ist die combinirende Uhr für alle unsre Uhren."

Zend-Avesta von Fechner, I. S. 128.

„Wenn die Erde kälter würde, als sie ist, würde sie sich zusammenziehen und dann nach mechanischen Gesetzen schneller zu kreisen anfangen, der Tag und alle Stunden würden hiermit kürzer werden." Dieses ist nicht der Fall, folglich u. s. w. Derselbe, S. 129.

***) Minute von pars minuta (prima) = (erster) verkleinerter Theil, Secunde von pars (minuta) secunda = zweiter (verkleinerter) Theil.

Astronomen pflegen sie zu manchen Zwecken zu benutzen. Als den Anfang des Sterntages nehmen sie den Augenblick, in welchem der Frühlingspunkt (der Anfangspunkt des Zeichens des Widders) den Meridian passirt.

Denkt man sich den Meridian eines Ortes fest, so bewegen sich in 24 Stunden alle 360 Grade des Aequators und des Parallelkreises, auf welchem der Ort liegt, in 24 Stunden Sternzeit durch den Meridian, in einer Stunde also $\frac{350^0}{24} = 15^0$; folglich 1^0 in 4 Minuten.

2. Mit der Sternzeit stimmt die Sonnenzeit nicht überein. Da sich nämlich die Erde nicht bloß von West gegen Ost um die Achse, sondern auch in derselben Richtung um die Sonne dreht, so ist die Zeit zwischen einem Durchgang der Sonne durch den Meridian eines Ortes und dem nächstfolgenden Durchgang, d. h. ein wahrer Sonnentag, etwas länger als ein Sterntag.

Anmerk. Der bürgerliche Tag beginnt bekanntlich um 12 Uhr Mitternachts, wenn die Sonne unterhalb unsers Horizontes durch den Meridian geht. Wir zählen die Stunden des bürgerlichen Tages von 1 bis 12 Uhr und fangen Mittags wieder von 1 an. Die Astronomen dagegen fangen den Sonnentag in dem Augenblick des natürlichen Mittags an, und sie zählen die Stunden von 1 an bis 24 fort, um die Nacht (ihren Tag, d. h. ihre Arbeitszeit) unzertrennt zu benennen. Daher stimmen zwar die ersten 12 Stunden des astronomischen Tages mit denen des bürgerlichen Tages überein, die letzten 12 Stunden dagegen fallen in den folgenden bürgerlichen Tag. Die Astronomen pflegen bei Zeitbestimmungen immer die ganze, bereits verflossene Zeit des betreffenden Tages anzugeben, welche astronomische Zeit dann leicht in bürgerliche verwandelt werden kann. 4 h. 24′ 48″ heißt 4 Stunden (h = hora, Stunde) 24 Minuten 48 Secunden. Eine Begebenheit, die sich zu dieser Zeit zugetragen hat, ereignete sich 24 Min. 48 Sec. nach 4 Uhr Nachmittags. Hätte sie sich aber um 20 h. 12′ 50″ zugetragen, so hätte sie am folgenden Tage 12 Min. 50 Sec. nach 8 Uhr Morgens stattgefunden.

3. Die Erde bewegt sich aber nicht gleichmäßig in ihrer elliptischen Bahn um die Sonne, in der Sonnennähe schneller als in der Sonnenferne, und die Ekliptik hat eine schiefe Lage gegen den Aequator. Beide Umstände zusammen bewirken es, daß die Sonnentage nicht einander gleich sind. Ganz regelmäßig gehende Uhren stimmen daher mit dem Laufe der Sonne nicht überein, und sie müßten jeden Mittag anders gestellt werden, wenn sie die wahre

Zeit zeigen sollten. Um dem auszuweichen, denkt man sich eine mittlere Sonne, die in der Ebene des Aequators in gleicher Zeit mit der wahren Sonne, also in einem Jahre, die Erde gleichförmig umkreiset, und nennt die nach dem Durchgange dieser imaginären Sonne durch den Meridian eines Ortes bestimmte Zeit die mittlere Zeit. Danach richten wir uns in unsern bürgerlichen Geschäften; unsre Uhren werden nach mittlerer, nicht nach wahrer Zeit gestellt. Ein mittlerer Sonnentag ist um 3 Minuten 56 Secunden Sternzeit länger als ein Sterntag, also = 24 Stunden 3 Minuten 56 Secunden Sternzeit; und ein Sterntag = 23 Stunden 56 Minuten 4 Secunden mittlerer Zeit. 365 mittlere Sonnentage sind = 366 Sterntagen.

Um die Ursache des Unterschieds des Stern- und Sonnentages anzuschauen, läßt man die Erde in der Peripherie eines runden Tisches um die Sonne, die sich im Mittelpunkte des Tisches befindet, herumlaufen und sich zugleich um die Achse drehen. Betrachtet man dann, daß ein entfernt liegender Gegenstand, der mit der Sonne zugleich culminirt, an den folgenden Tagen früher culminiren muß, so hat man im Allgemeinen eine Anschauung von der Sache, und man überzeugt sich, daß, da die beiden Drehungen der Erde um sich selbst und um die Sonne von Westen nach Osten geschehen, der Sterntag kürzer sein muß als der Sonnentag. (Jener entfernte Gegenstand stellt einen Fixstern vor.)

Um ferner die Ungleichheit der Sonnentage zu begreifen, muß man die beiden, schon angedeuteten, Umstände zusammendenken: die Ungleichheit der Geschwindigkeit der Erde auf ihrer Bahn und die schiefe Lage der Ekliptik gegen den Aequator.

In der Sonnennähe bewegt sich die Erde schneller als in der Sonnenferne. Jene fällt in unsern Winter, diese in unsern Sommer. Das Sommerhalbjahr hat eine Länge von 187 Tagen, das Winterhalbjahr ist 179 Tage lang. In jedem dieser Zeiträume legt die Sonne 180° zurück. Folglich bewegt sie sich im Frühling und Sommer langsamer in der Ekliptik fort als im Herbst und Winter. Am schnellsten bewegt sie sich bald nach dem Wintersolstitium, am langsamsten bald nach dem Sommersolstitium.

Zu dieser Ursache kommt nun noch die Schiefe der Ekliptik. Dieselbe schneidet bekanntlich den Aequator unter einem Winkel von 23½° in dem sogenannten Frühlings- und im Herbstpunkte. In jenem hat die Ekliptik eine nordöstliche, in diesem eine südöstliche Richtung, in der Zeit der Sonnenwenden ist die Richtung ungefähr parallel mit dem Aequator, d. h. gerade östlich. Darum wird die Sonne, auch wenn sie täglich um gleich viel in der Ekliptik fort-

rückte, doch nicht täglich um gleich viel gegen Osten fortrücken, am meisten um die Zeit der Sonnenwenden, am wenigsten um die Zeit der Nachtgleichen. Folglich ist der scheinbare Lauf der Sonne, und darum sind die Sonnentage aus zwei Ursachen ungleich, einmal wegen der unregelmäßigen Bewegung der Erde, zweitens wegen der schiefen Lage der Erdachse gegen die Erdbahn, oder, auf die Sonne bezogen: wegen der ungleichmäßigen Bewegung der Sonne in der Ekliptik und wegen deren schiefen Lage gegen den Aequator. Wegen des ersten Umstandes legt sie nicht in gleichen Zeiten gleiche Bogen zurück, wegen des zweiten gehören nicht zu gleichen Bogen der Ekliptik gleiche Bogen des Aequators. Da die Sonne nach dem Wintersolstitium die schnellste Bewegung hat, täglich 61 Minuten 11 Secunden zurücklegt, und ihre Richtung fast genau gegen Osten geht, so muß sie wegen des Zusammenwirkens dieser beiden Umstände um diese Zeit am schnellsten, d. h. der Sonnentag am größten sein. Die Ungleichheit der Sonnentage übersteigt für einen einzelnen Tag nie eine halbe Minute.

Die mittlere Sonnenzeit, abhängig von jener eingebildeten Sonne, kann also mit der wahren Sonnenzeit, welche von einer genauen Sonnenuhr angegeben wird, nicht immer übereinstimmen. Der mittlere Sonnentag ist bald länger, bald kürzer als der wahre Sonnentag. Den Unterschied beider nennen die Astronomen die **Zeitgleichung**. Da wir unsre Uhren nach der mittleren Zeit stellen, und die Astronomen die wahre Zeit beobachten, so muß, um jenes an allen Tagen des Jahres genau zu können, der **Unterschied** zwischen der mittleren und wahren Zeit bekannt sein oder von den Astronomen bekannt gemacht werden (was in den **Ephemeriden**, die jährlich erscheinen, geschieht). Diesen Unterschied muß man bald zu der, durch die Sonnenuhr, oder genauer durch die Beobachtung des Durchgangs des Mittelpunktes der Sonne durch den Meridian bestimmten wahren Mittagszeit addiren, bald von ihr subtrahiren, um die mittlere Mittagszeit unsrer bürgerlichen Uhren zu erhalten. 4mal im Jahre fällt der mittlere Mittag mit dem wahren zusammen, den 15. April, 15. Juni, 1. September und 24. December. An diesen Tagen ist die Zeitgleichung = Null. Die größten Unterschiede finden am 2. November und 11. Februar statt, wo sie ungefähr $\frac{1}{4}$ St. betragen. Am 2. November tritt der mittlere Mittag 16 Minuten 12 Secunden später, am 11. Februar 14 Minuten 36 Secunden früher ein als der wahre Mittag. Im Herbste scheint daher der Vormittag länger zu sein als der Nachmittag, die Abnahme der Tage ist am Nachmittag merklicher

als am Vormittage. Im Februar, gegen das Frühjahr hin, findet das Umgekehrte statt. Man merkt alsdann das Längerwerden der Tage mehr des Abends als des Morgens. Man merkt also sowohl das Kürzer- wie das Längerwerden der Tage am stärksten des Nachmittags.

Um den Fortschritt jener Unterschiede noch besser zu übersehen, stellen wir Folgendes zusammen:

Am 24. December ist die Zeitgleichung Null.

Von da an wächst sie bis zu einem größten Werth von 15′, am 11. Februar.

Nun nimmt sie wieder ab bis zu Null, am 15. April.

Sie wächst wieder bis zu 4′, am 14. Mai.

Sie nimmt ab bis zu Null, am 15. Juni.

Sie wächst bis zu 6′, am 26. Juli.

Sie nimmt ab bis zu Null, am 1. September.

Sie wächst bis zu 16′, am 2. November.

Sie nimmt ab bis zu Null, am 24. December.

Ist sie Null, so ist die mittlere Sonne bei der wahren, am 11. Februar ist sie vor, am 14. Mai hinter, am 26. Juli vor, am 2. November hinter der wahren. Daraus erkennt man, wie die Uhren gestellt werden müssen. Zeigt z. B. die Sonnenuhr am 11. Februar den wahren Mittag an, so muß in dem Augenblick die Uhr auf 12 Uhr 15 Minuten gestellt werden u. s. w. Ist die eingebildete Sonne vor, so ist der Vormittag kürzer als der Nachmittag; ist sie nach, so ist der Nachmittag kürzer als der Vormittag. Im ersteren Falle erfolgt der Anfang der wahren Sonne, die doch eigentlich Vor- und Nachmittag bestimmt, nach dem der mittleren und darum auch der wahre Mittag nach dem mittleren, so daß also der wahre Vormittag zur Zeit des mittleren Mittags, wie ihn unsere Uhren anzeigen, noch nicht ganz verflossen ist; er muß uns also gegen den Nachmittag verkürzt erscheinen. Im letzteren Falle hingegen ist der wahre Mittag bereits verflossen, wenn der mittlere eintritt, und darum geht auch die wahre Sonne vor der mittleren unter; es hat also der wahre Nachmittag bereits faktisch aufgehört, vor Untergang der mittleren Sonne, und muß uns daher der Nachmittag kürzer als der Vormittag erscheinen.

Am 11. Februar und 2. November beträgt dieser Unterschied eine ganze halbe Stunde. Darum wissen die gemeinsten Leute, daß man das Abnehmen der Tage im Herbste am stärksten am Nachmittage und das Zunehmen der Tage im Februar ebenfalls am stärksten am Nachmittage bemerkt. Schulmänner erfahren es auch.

Im November und December ist es Nachmittags 3 Uhr dunkler als im Januar und Februar*).

Folgendes Täfelchen erleichtert die Uebersicht:

Tag.	Monat.	Mittlere Zeit im wahren Mittage.	Abweichung der beiden Sonnen.
1.	Januar	12 Uhr 3 Min.	+ 3′
11.	Februar	12 „ 15 „	+ 15′
15.	April	12 „	0
14.	Mai	11 „ 56 „	— 4′
15.	Juni	12 „	0
26.	Juli	12 „ 6 „	+ 6′
1.	September	12 „	0
2.	November	11 „ 44 „	— 16′
24.	December	12 „	0

Mit + bezeichnet man die Zeitgleichung, wenn der Unterschied zu dem wahren Mittag addirt werden muß, um die mittlere Zeit im Augenblicke des wahren Mittags zu wissen, mit —, wenn der Unterschied

*) Die Erfahrung lehrt, daß es dem Schüler Schwierigkeiten macht, sich obige Erfahrung anschaulich vorzustellen. Man bedenke daher Folgendes:

In dem Augenblicke, wenn die wahre Sonne am 11. Febr. durch den Meridian geht, zeigt die nach mittlerer Zeit richtig gehende Uhr 12¼ Uhr; folglich zeigt dieselbe Uhr an demselben Tage, wenn es nach wahrer Zeit 7 Uhr Morgens ist, 7¼ Uhr, und wenn es nach wahrer Zeit 5 Uhr Abends ist, 5¼ Uhr. Nun ist es um 7 Uhr Morgens nach wahrer Zeit eben so hell als um 5 Uhr Abends nach wahrer Zeit; nach der, mittlere Zeit zeigenden Uhr ist es also am 11. Febr. um 7¼ Uhr Morgens so hell wie um 5¼ Uhr Abends, oder um 5¼ Abends ist es am 11. Febr. noch so hell wie um 7¼ Uhr Morgens, d. h. es ist am Abend länger hell als am Morgen, und zwar beträgt der Unterschied eine halbe Stunde. — Wenn am 2. Nov. der Mittelpunkt der (wahren) Sonne den Meridian passirt, d. h. wenn der wirkliche Mittag eintritt, so zeigt die nach mittlerer Zeit gehende Uhr nicht 12 Uhr, sondern 16 Min. weniger, d. h. 11 Uhr 44 Min., oder man muß, da die Uhren nur nach der wahren Zeit, dem wirklichen Mittag, gestellt werden können, in dem Augenblicke des wirklichen Mittags die Uhr auf 11 Uhr 44 Min. stellen, damit sie nach mittlerer Zeit gehe. Nach wahrer Zeit ist es um 7 Uhr Morgens eben so hell oder dunkel, wie um 5 Uhr Abends. Zu diesen Stunden zeigt die nach mittlerer Zeit gehende Uhr 6 Uhr 44 Min. und 4 Uhr 44 Min. Die Helligkeit und Dunkelheit sind also zu diesen beiden Zeiten gleich, d. h. es wird am 2. Nov. am Morgen früher hell und am Abend früher dunkel, als es sein sollte. Die Abnahme der Tage ist darum im Herbste am Nachmittage mehr zu spüren als am Vormittage. Um 6 Uhr 44 Min. Morgens sollte es eben so hell oder dunkel sein als um 5 Uhr 16 Min. Nachmittags (in gleichen Entfernungen vom wahren Mittage); am 2. Nov. ist es aber schon um 4 Uhr 44 Min. so dunkel wie um 5 Uhr 16 Min. nach wahrer Zeit, der Unterschied beträgt also $2 \times 16 = 32$ Min., mehr als eine ½ Stunde.

von der wahren Zeit *subtrahirt* werden muß. Am 11. Februar z. B. ist die Zeitgleichung + 15′, d. h. man muß, um die mittlere Zeit zu finden, zu der wahren Zeit 15 Minuten addiren; wenn also die Sonne Mittag zeigt, muß eine Uhr, die nach mittlerer Zeit gehen soll, 12 Uhr 15 Minuten zeigen. Am 2. November ist die Zeitgleichung — 16′, d. h. man muß von der wahren Zeit 16 Minuten abziehen, um die mittlere zu haben. Wenn also die Sonne durch den Meridian geht, muß die nach mittlerer Zeit gehende Uhr 11 Uhr 44 Minuten zeigen.

Anmerk. 1. In den meisten (ausführlicheren) Kalendern ist die Zeit des Auf- und Unterganges von Sonne und Mond nach mittlerer Zeit angegeben. Man kann daraus, was die Sonne betrifft, die Unterschiede in der Länge der Vor- und Nachmittage (und daraus die Zeitgleichung) entnehmen. Man schlage einen solchen Kalender auf! Er giebt an in runden Zahlen:

1) am 1. Jan. Sonnenaufgang 8 U. 13 Min., Untergang 3 U. 55 M. Von 8 U. 13 M. verfließen bis zum Mittag (nach mittl. Zeit) 3 St. 47 M. Ginge nun die mittl. Sonne mit der wahren, so müßte die Sonne um 3 U. 47 M. untergehen. Die Uhr zeigt aber beim Sonnenuntergang 3 U. 55 M., also 8 M. mehr, der Nachmittag ist also 8 Min. länger als der Vormittag; Zeitgleichung = $\frac{8}{2}$ = 4 und zwar +;

2) am 1. Nov. Sonnenaufgang 6 U. 57 M., Untergang 4 U. 29 M. Von 6 U. 57 M. verfließen bis Mittag 5 St. 3 M. Um 5 U. 3 M. müßte also die Sonne untergehen. Sie geht aber schon um 4 U. 29 M. unter, also 34 M. früher, der Nachm. ist kürzer als Vorm., Zeitgleichung = $\frac{34}{2}$ = 17′ und zwar —.

Anmerk. 2. Die Nichtübereinstimmung der Uhren zweier Orte, welche genau nach der mittleren Zeit *ihrer* Orte gestellt sind und ost-westwärts von einander liegen, ist bei *gewöhnlicher, langsamer* Reiseweise an *einem* Tage nicht sehr merklich; man legt zu Fuß, zu Pferd oder selbst im Schnellwagen nicht Weges genug zurück und unsre Taschenuhren pflegen so genau nicht zu gehen, auch hat das *genaue* Stellen der Uhren nach der mittleren Zeit in den *meisten* Orten seine Schwierigkeit. Aber bei dem schnellen Reisen mit Locomotiven auf Eisenbahnen ist es ein Anderes. Dabei wird der Unterschied der nach mittlerer Zeit gestellten Uhren an Orten, die unter verschiedenen Meridianen, wenn auch nicht genau unter demselben Parallel, liegen, *merklich* und bedarf, wenn die Ankunft und der Abgang der Eisenbahnzüge nach Minuten genau geregelt werden soll, der Berücksichtigung. Eine Locomotive, die mit der Berliner Uhr nach Bromberg fährt, kommt daselbst (nach der Bromberger Uhr) immer etwas zu spät an; eine, die nach Cöln fährt, zu früh. — In runder Zahl entspricht in der geographischen Breite Berlins eine Ausdehnung von 75 Ruthen von Ost gen West *einer Zeitsecunde*, so daß demnach z. B. der Unterschied der Zeit von dem östlichsten bis zum westlichsten Punkte

der bewohnten Straßen Berlins etwa 20 Zeitsecunden beträgt. Da es manchem Leser dieses Buches nicht uninteressant sein dürfte, den Unterschied in der Zeit für manche Eisenbahnstation in Bezug auf Berlin, welches ungefähr die mittlere geographische Breite des preußischen Staatsgebietes hat, zu wissen, so will ich nachfolgend einige dieser Orte verzeichnen und den Zeitunterschied in Viertelminuten angeben, so daß ein Unterschied bis auf 7 Secunden weggelassen, 8 bis 14 Secunden für $\frac{1}{4}$ Minute gerechnet werden. Die Uhren solcher Orte, welche unter anderem Meridian liegen und nach mittlerer Zeit gestellt sind, gehen gegen die nach mittlerer Berliner Zeit gestellten Uhren in Berlin entweder vor oder nach, jenes, wenn sie mehr östlich, dieses, wenn sie mehr westlich liegen. Wie viel — das hängt von dem Unterschied in der geographischen Länge ab und wird, wie oben gezeigt, danach berechnet. Ich gebe diese Unterschiede selbst hier nicht an, sondern die danach berechneten Unterschiede im Gange der Uhren, mit den Berliner Uhren verglichen. Aus diesen Unterschieden kann man auf jene zurückschließen.

Orte.	Die Uhr geht vor: Min.	Die Uhr geht nach: Min.
Aachen	—	$29\frac{1}{4}$
Arnsberg	—	$21\frac{1}{4}$
Barmen	—	$24\frac{1}{4}$
Bielefeld	—	$19\frac{1}{2}$
Bonn	—	$25\frac{1}{4}$
Brandenburg (in Ostpreußen)	$27\frac{1}{2}$	—
Breslau	$14\frac{1}{2}$	—
Cassel	—	$15\frac{1}{2}$
Coblenz	—	$23\frac{1}{4}$
Cöln	—	$25\frac{1}{4}$
Danzig	21	—
Dortmund	—	$23\frac{1}{4}$
Erfurt	—	$9\frac{1}{2}$
Essen	—	$25\frac{1}{2}$
Fürth	—	$27\frac{1}{4}$
Greifswald	0	0
Gumbinnen	$35\frac{1}{4}$	—
Hamburg	—	$13\frac{1}{4}$
Hamm	—	$22\frac{1}{4}$
Jüterbogk	—	$1\frac{1}{4}$
Königsberg i. P.	$28\frac{1}{2}$	—
Leipzig	—	4
Lennep	—	$24\frac{1}{2}$
Liegnitz	11	—

Orte:	vor:	nach:
Lippstadt	—	20¼
Magdeburg	—	7
Marienburg	22½	—
Memel	31	—
Minden	—	17¼
Münster	—	23
Naumburg	—	6¾
Neuzelle	5	—
Olpe	—	23½
Pasewalk	2¼	—
Posen	14	—
Rees	—	28
Saarlouis	—	26½
Soest	—	21½
Stettin	4¼	—
Stralsund	—	1¼
Straßerhof	—	25
Thorn	21	—
Tilsit	34	—
Trier	—	27
Unna	—	22¼
Weimar	—	8¼
Weißenfels	—	5¼
Wesel	—	27
Zilly	—	10¼

Die zwei Städte des preußischen Staates aus diesem Verzeichniß, welche den größten Unterschied geben, sind Gumbinnen und Aachen, 35¼ + 29¼ = 64½ Min. = 1 St. 4½ Min.

Anmerk. 3. An dem Stundenringe eines Globus kann man sofort sehen, wie groß der Unterschied ist, welchen die Uhren zweier Orte auf der Erde zeigen.

Noch schneller geht die Beobachtung in folgender Weise: Man legt einen fingerbreiten Ring von Pappe um den Aequator, theilt ihn in 24 gleiche Theile, so daß jeder Bogen 15° enthält, schreibt dann von der Linken zur Rechten die Zahlen 1 bis 24, oder besser, nach Einrichtung unsrer Uhren, zweimal 12. Schiebt man nun den Ring so, daß über dem Meridian eines Ortes eine bestimmte Ziffer steht, z. B. über dem von Berlin 12, so steht über dem Meridian von Baltimore 6, d. h. es ist in Baltimore 6 Uhr Morgens, über dem Meridian der Behringsstraße 12, d. h. es ist daselbst 12 Uhr Nachts u. s. w.

Anmerk. 4. Aus den vorliegenden Gründen regulirt man jetzt die Uhren auf den Stationen der Eisenbahnen durch den electrischen Telegraphen. Eben so begreift man, daß eine von Berlin direct nach London telegraphirte Depesche, die von dort um 12 Uhr abgeht,

hier schon etwa um 11 Uhr ankommt (d. h. früher als sie abgegangen ist?).

Mancherlei Fragen, welche sich nach den vorstehenden Angaben beantworten lassen, sind so leicht, daß es unnöthig sein wird, sie besonders aufzuführen. Z. B. Von zwei Menschen, von welchen der eine in Berlin, der andre in Newyork lebt, soll der längstlebende den andern beerben, beide sterben an demselben Tage, A um 12 Uhr Mittags, B um 11 Uhr. Wer oder wessen Erben beerben den Andern?

4. Unser bürgerlicher Tag fängt um 12 Uhr Mitternachts an. Die alten Griechen begannen ihn mit Sonnenuntergang, so wie noch jetzt die Muhamedaner und Juden, in Betreff der religiösen Feste.

5. Die nächst größere Einheit als der Tag ist die Woche, eine Reihe von 7 Tagen, in welcher Zeit ungefähr eine von den 4 Mondphasen eintritt. Wir Christen fangen die Woche mit dem Sonntage an. Die Wochentage haben ihre Namen von den Körpern, welche nach alter Meinung sich um die Erde drehten: Saturn, Jupiter, Mars, Sonne, Venus, Mercur und Mond. Nach der Meinung der Sterndeuter (Astrologen) beherrschen sie in dieser Reihenfolge nach einander die Stunden des Tages; derjenige, welcher in der ersten Stunde eines Tages herrscht, ist der Hauptregent des Tages, und dieser bekommt nach ihm den Namen. Da man ehemals die Woche mit dem Sonnabend anfing, und Saturn als der äußerste Planet die erste Stunde des Tages beherrschte, so bekam der Sonnabend den Namen Saturnstag (dies Saturni ♄). Es herrscht also:

Saturn in der ersten, 8ten, 15ten, 22sten Stunde des Sonnabends, in der 23sten Jupiter, in der 24sten Mars, in der 1sten des folgenden Tages also die Sonne, der demnach Sonntag heißt. Setzt man diese Berechnung fort, so findet man den Grund der alten Benennungen, die im Deutschen zum Theil Veränderungen erlitten haben*).

6. Da die Mondphasen nach $29\frac{1}{2}$ Tagen wiederkehren, so machen 12 Monate $12 . 29\frac{1}{2} = 354$ Tage, ein Mondjahr, das jetzt noch bei den Muhamedanern, deren Feldzeichen auch der Mond (Halbmond) ist, zu Grunde gelegt wird.

---

*) Man erleichtert sich die Berechnung, wenn man die 7 Körper in der angegebenen Reihenfolge nach einander mit den Buchstaben a b c d e f g bezeichnet.

Wenn nun a den Saturnstag, den Sonnabend, bezeichnet, so braucht man nur 2 Glieder zu überspringen, um den Körper zu haben, welcher dem folgenden Tage den Namen giebt, d, Sonne, also Sonntag. Nun springt man wieder über 2 Glieder, also g, Mondtag oder Montag, und so fort.

7. Wir rechnen nach Sonnenjahren oder Erdjahren, d. h. nach der Zeit des Umlaufs der Erde um die Sonne. Die Länge dieser Zeit wurde vor Julius Cäsar zu 365 Tagen angenommen, also um 5 Stunden 48 Minuten 45 Secunden zu kurz. Da dieses beinahe 6 Stunden oder $\frac{1}{4}$ Tag ausmacht (11 Minuten 15 Secunden weniger), so verordnete Julius Cäsar, daß auf je drei gemeine Jahre von 365 Tagen ein Schaltjahr von 366 Tagen folgen, und in einem solchen dem Monat Februar ein Tag zugelegt werden sollte, damit, der bürgerlichen Ordnung wegen, die Jahreszeiten stets in dieselben Monate fielen. Den danach eingerichteten Kalender nennt man den Julianischen. Aber auch er stimmt nicht genau genug mit dem wirklichen Jahre überein. Denn da er 11 Minuten 15 Secunden zu viel einschaltet, welches in 400 Jahren etwa 3 Tage macht*), und im Jahre 1582 nach Christi Geburt schon 10 Tage betrug, so daß der Frühlingsanfang nicht auf den 21sten, sondern auf den 11ten März fiel, so verordnete Papst Gregor XIII., daß man nach dem 4ten October dieses Jahres nicht den 5ten, sondern den 15ten October schreiben sollte, und daß in 400 Jahren 3 Schalttage ausgelassen werden sollten. Es sollte demnach jedes 4te Jahr ein Schaltjahr sein, mit Ausnahme der Säcularjahre 1700, 1800, 1900 und so fort, deren Einheiten 17, 18, 19 sich nicht durch 4 ohne Rest theilen lassen. An einem ähnlichen Merkmale erkennt man die Schaltjahre. Geht die Division der Einheiten der beiden letzten Ziffern durch 4 auf, so ist das Jahr ein Schaltjahr; wo nicht, nicht. 1860, 1864 u. s. w. sind demnach Schaltjahre; die dazwischen liegenden nicht. Jedes gemeine Jahr enthält einen, jedes Schaltjahr zwei Tage mehr als 52 Wochen. Ein bestimmtes Datum rückt daher in jenem um einen, in diesem um zwei Tage vor. Fällt z. B. der 1. Januar auf den Sonnabend, so fällt, wenn das Jahr ein gemeines war, der nächste Neujahrstag auf den Sonntag; war es aber ein Schaltjahr, auf den Montag. —

Den nach diesen Bestimmungen eingerichteten Kalender nennt man den Gregorianischen. Denselben haben nach und nach alle europäischen Nationen angenommen (die Protestanten widersetzten sich lange der Einführung dieser wirklichen Verbesserung, weil sie vom Papste ausging — so groß war der religiöse Haß, der grausamste von allen Arten des Hasses; er vergiebt nichts, Priesterhaß geht über allen Haß), mit Ausnahme der Russen und Griechen, die noch

*) Rechnet man nämlich alle 4 Jahre ein Schaltjahr, so schaltet man in einem solchen Zeitraume 4 $\times$ 11 Min. 15 Sec. = 44 Min. 60 Sec., d. h. $\frac{3}{4}$ Stunden ein. Dieses macht in 400 Jahren 100 $\times$ $\frac{3}{4}$ St. = $\frac{300}{4}$ = 75 St. = 3 Tage 3 St., also in 400 Jahren ungefähr 3 Tage.

den Julianischen Kalender haben. Der Unterschied beider betrug vor dem Jahre 1600 10 Tage, wurde in dem Jahre 1700 11, im Jahre 1800 12 Tage. Der Tag, der bei uns der 13. Januar ist, ist bei den Russen der 1. Januar, und das Frühlingsäquinoctium, das bei uns auf den 21. März fällt, fällt bei ihnen schon auf den 9. März. Die Russen rechnen nach dem alten, wir nach dem neuen Styl. Natürlich weicht nach jenem der Anfang des Jahres und der Jahreszeiten immer weiter zurück*). Nach 10000 Jahren wird auf der nördlichen Halbkugel bei denjenigen Völkern, die dann noch den Julianischen Kalender festhalten, der Monat October der kälteste und April der wärmste Monat des Jahres sein. Der Kalender der Türken enthält ein reines Mondjahr von 354 oder 355 Tagen ohne weitere Einschaltung. Deshalb fallen bei ihnen nach und nach der Jahresanfang und die Festtage in alle Jahreszeiten. Indessen hat der jetzige Sultan für die bürgerlichen Rechnungen die Einführung des Julianischen Kalenders befohlen.

8. Die unbeweglichen christlichen Feste sind: 1. Jan. Neujahrstag; 6. Jan. drei Könige; 2. Febr. Mariä Reinigung; 25. März Mariä Verkündigung; 24. Juni Johannistag; 2. Juli Mariä Heimsuchung; 14. Septbr. Kreuzeserhöhung; 29. Septbr. Michaelistag; 11. Nov. Martinitag; 13. Dec. Luciätag; 25. Dec. Weihnachten; 26. Dec. Stephanstag; 27. Dec. Evangelist-Johannistag. Die meisten dieser Feste werden von den Protestanten nicht mehr gefeiert. Die beweglichen christlichen Feste des Jahres richten sich nach dem Osterfeste. Nach der Bestimmung der Kirchenversammlung zu Nicäa, 325 nach Christi Geburt, wird das Osterfest am ersten Sonntag nach dem ersten Vollmonde nach der Frühlings-Tag- und Nachtgleiche gefeiert. Also erst Frühlings-Tag- und Nachtgleiche, 21. März; dann Vollmond, der Ostervollmond genannt, der noch auf den 21. März fallen kann; dann den nächsten Sonntag Osterfest. Dasselbe kann also niemals vor dem 22. März eintreten; dieses ist die eine Grenze. Die äußerste ist der 25. April. Denn angenommen, unmittelbar vor dem Frühlingsäquinoctium, d. h. am 20. März, ist

---

*) Man hat es für sehr weise erklärt, daß die Feier des Christfestes in die Zeit der längsten Nächte verlegt worden ist. Diese Weisheit ist aber jeden Falls eine sehr einseitige. Denn das Christenthum ist als Religion der Vernunft und Humanität für das ganze Menschengeschlecht bestimmt. Nun wohnen bekanntlich auf der südlichen Halbkugel auch Menschen und — Christen, und die cultivirten unter ihnen bedienen sich unsers Kalenders und unserer Festordnung. Und es fallen — wie bekannt — unsere längsten Nächte mit ihren längsten Tagen zusammen, und sie feiern deßhalb das Christfest gleich nach dem Anfange ihres (astronomischen) Sommers — das Pfingstfest fällt nach ihrem Herbste zu.

(In ähnlicher Weise steht es nur zu oft mit der Weisheit menschlicher Einrichtungen aus.)

Vollmond gewesen, so tritt der nächste 29 Tage später ein, d. h. am 18. April. Wenn dieses ein Sonntag ist, so fällt der nächste Sonntag auf den 25. April. Der 22. März und der 25. April sind demnach die Ostergrenzen; jener Tag ist der früheste, dieser der späteste Termin für das Osterfest.

9. Der 7te Sonntag vor Ostern ist der Fastnachtssonntag, der erste Sonntag vor Ostern heißt Palmsonntag, die Woche zwischen ihm und dem Osterfeste die stille Woche, der Donnerstag in derselben der grüne Donnerstag, der Freitag der Charfreitag; der 7te Sonntag nach Ostern ist Pfingsten, der erste Sonntag nach Pfingsten heißt Trinitatissonntag; die darauf folgenden heißen: der 1ste, 2te, 3te u. s. w. nach Trinitatis bis zum 4ten Sonntag vor Weihnachten, welcher der 1ste Adventssonntag heißt; zwischen ihm und Weihnachten liegen die 3 übrigen Adventssonntage. Mit dem 1sten Adventssonntage beginnt das Kirchenjahr.

10. In den Kalendern findet man außerdem gewöhnlich noch angemerkt: die Mondsphasen, wann Neumond, erstes Viertel, Vollmond und letztes Viertel eintritt; die Knoten der Mondbahn; die Zeit des Auf- und Untergangs der Sonne für bestimmte Orte, die Länge der Tage und Nächte; die Stellung der Sonne in den 12 himmlischen Zeichen und den Uebergang aus einem in das andre; den Anfang der 4 Jahreszeiten; die im Laufe des Jahres sich ereignenden Sonnen- und Mondsfinsternisse; den Lauf und die Stellung der Planeten am Himmel. Für die meisten dieser Angaben bedient man sich bestimmter Zeichen, die man sich merken muß, wenn man den Kalender verstehen will.

Fragen und Aufgaben.

Den Stern- wie den Sonnentag theilt man in 24 Stunden, die Stunde in 60 Minuten, die Minute in 60 Secunden, die Secunde in 60 Tertien oder in Zehntel, Hundertstel.

1. Bogen in Zeit zu verwandeln, d. h. zu bestimmen, wie viel Zeit ein Stern oder die Sonne gebraucht, um einen Bogen von angegebener Länge zu durchlaufen; z. B. 50° 32′ 18″ in Zeit!

360° in 24 Stunden;	also	50°	in	3 St. 20′
60′ in 4′	=	32′	=	2′ 8″
60″ in 4″	=	18″	=	1″ 12‴

50° 32′ 18″ Bogen = 3 St. 22′ 9″ 12‴ Zeit.

2. Zeit in Bogen zu verwandeln; z. B. 10 St. 40′ 24″ in Bogen.

10 St.	=	150°
40′	=	10°
24″	=	1′

10 St. 40′ 24″ Zeit = 160° 1′ Bogen.

Diese Berechnungen gelten sowohl von Stern=, als von Sonnenzeit. Denn um 15⁰ u. s. w. zurückzulegen, gebraucht ein Stern 1 Stunde Stern=, die Sonne 1 Stunde Sonnenzeit.

3. Der mittlere Sonnentag, wie lang in Sternzeit?
Das Jahr zu 365 T. 5 St. 48 M. 45 Sec. $= 365\frac{109}{450}$ Sonnenbogen angenommen, kommt ein Stern der Sonne in dieser Zeit um 360⁰ vor; wie viel in einem Sonnentage? Antw. $\frac{360^0}{365\frac{109}{450}} = 59' \, 8'',33.$
Ein Stern legt also in 1 Sonnentage 360⁰ 59′ 8″,33 zurück. Dieser Bogen ist nach obiger Rechnung (No. 1.) = 24 St. 3′ 56″,55 Sternzeit; so lang ist also ein Sonnentag.

4. Der Sterntag, wie lang in mittlerer Sonnenzeit?
24 St. 3′ 56″,555 Sternzeit thun 24 St. mittl. Sonnenzeit;
24 St. = = wie viel = = ?
Antw. 23 St. 56′ 4″,091.

Die beiden letzten Aufgaben lassen sich auch so lösen:
Während eines Jahres von $365\frac{109}{450}$ Tagen macht der Frühlingspunkt einen Umlauf mehr als die Sonne, d. h. $366\frac{109}{450}$ Umläufe. $365\frac{109}{450}$ Sonnentage $= 366\frac{109}{450}$ Sterntagen.

Durch bloße Division läßt sich hiernach finden, wie lang ein Sonnentag in Sternzeit, wie lang ein Sterntag in Sonnenzeit. Die Resultate sind wie oben:
1 Sonnentag = 24 St. 3′ 56″,555 Sternzeit,
1 Sterntag = 23 St. 56′ 4″,091 Sonnenzeit,
= 24 St. — 3′ 55″,909.

Nach einer Sternuhr tritt daher die mittlere Sonne täglich um 3′ 56″,555 später in den Meridian; nach einer Uhr aber, die auf mittlere Zeit gestellt ist, culminiren die Sterne täglich um 3′ 55″,909 früher. Dieses giebt ein Mittel an die Hand, um die Regelmäßigkeit des Ganges einer nach mittlerer Zeit gehenden Uhr zu prüfen. Die Zeit nämlich, welche zwischen zwei auf einander folgenden Culminationen desselben Fixsterns verfließt, muß 3′ 55″,909 weniger als 24 Stunden einer auf mittlere Zeit gestellten Uhr betragen.

Ehemals stellte man die Thurmuhren, nach welchen sich die Taschenuhren richten, nach wahrer Sonnenzeit. Dieses setzte voraus, daß man den Augenblick des wahren Mittags genau wußte und danach die Uhr stellte, bald vor= bald rückwärts, weil eine regelmäßig gehende Uhr hinter der wahren Zeit bald zurückbleibt, bald ihr voraus eilt. Jetzt aber werden der Regelmäßigkeit oder Gleichmäßigkeit wegen die Uhren nach mittlerer Sonnenzeit gestellt, was nicht bloß eine Beobachtung der wahren Mittagszeit, sondern auch wegen der Zeitgleichung eine Berechnung (Addition oder Subtraction) voraussetzt. Um des ersten Umstandes willen pflegt man neben einer Normaluhr eine Sonnenuhr oder eine Mittagslinie anzubringen; der zweite Umstand setzt den Besitz einer Tafel über die Zeitgleichung voraus, wie sie von den Astronomen für jedes Jahr herausgegeben werden. (S. z. B. das Astronomische Jahrbuch von Encke.)

In demselben sind die Tabellen für sämmtliche praktische, besonders für die Schiffer wichtige, Aufgaben über Zeitverwandlungen enthalten:

Verwandlung der mittleren Zeit in Sternzeit und in wahre Zeit;
" " wahren " " " " " mittlere " ;
" " Sternzeit " " mittlere " " wahre " .

Anmerk. Wer sich mit dem Kalenderwesen näher bekannt machen will, findet Alles in allgemein verständlicher Weise, sowohl in dem „Lehrbuch der Chronologie oder Zeitrechnung und Kalenderwesen u. s. w., von Th. Friedleben. Frankfurt a. M. bei Sauerländer, 1827", als auch in der neueren Schrift: „Der Kalenderfreund, ein sichrer Führer durch das Gebiet des Kalenders, der Zeitrechnung und der Sternkunde, von Dr. Jahn. Ein Volks= und Schulbuch. Mit einer lith. Tafel. Leipzig, 1841, bei Schwickert" (X und 254 S. 15 Sgr.).

IX. Von den Sternschnuppen.

Abends und Nachts sieht man am heiteren Himmel häufig plötzlich Lichtfunken entstehen, sich schnell fortbewegen und nach einer oder einigen Secunden wieder verschwinden. Man nennt sie Sternschnuppen, Sternputzen, Sternschneuzen, und der gemeine Mann spricht von Sternschuß und Sternfall.

Ehemals handelte man von ihnen in der Physik in dem Kapitel: Lufterscheinungen; da sie aber, nach neueren Entdeckungen, weniger der Erdatmosphäre als dem Weltraume angehören, so muß auch in der Himmelskunde (Astronomie) von ihnen die Rede sein. Darum bringen wir von ihnen hier das Nothwendigste bei, indem wir, wie überall, von den Thatsachen und Erscheinungen ausgehen und dann über dieselben nachdenken, um die Thatsachen zu erklären. Nicht die Erklärung oder das Begreifen ist das Erste, sondern das Thatsächliche. Zuerst: Was, dann: Wie, zuletzt: Warum.

Bei genauer Beobachtung entdeckt man in der Erscheinung der Sternschnuppen Verschiedenheiten:

1. Die Lichtfunken sind bald größer, bald kleiner, die meisten gleichen nur Sternen 3ter bis 6ter Größe*). Aber es giebt auch

*) Sehr merkwürdig ist es, daß sich die Vermuthung nicht bestätigt, es müsse sehr viele geben, die wegen ihrer Kleinheit nur durch Fernröhre gesehen werden

welche, die die Sterne erster Größe, ja selbst Jupiter und Venus, an Glanz übertreffen. Genaue Beobachter unterscheiden Sternschnuppen von erster, zweiter, dritter und vierter Größe. Sie erscheinen nicht immer in weißer, sondern auch in gelber, blauer und in andern Farben. Zuweilen erscheinen sie als größere oder kleinere Kugeln mit sprühenden Funken oder ohne dieselben, oft lassen sie eine Lichtspur, einen Schweif, hinter sich zurück. Die großen mit Rauch und Flammen nennt man Feuerkugeln, von welchen man bisweilen welche bei Tage gesehen hat. Ihre Erscheinung ist mitunter mit dem Herabfallen von Steinmassen, die man Luftsteine, Meteormassen, Mondsteine genannt hat, verbunden gewesen. Eine absolute Grenze zwischen Sternschnuppen und Feuerkugeln läßt sich nicht ziehen. Bei einigen blieben Schweife stehen, die nach einigen Secunden, manchmal erst nach Minuten, verschwanden. Die Identität der Sternschnuppen und der Feuerkugeln soll vorab nicht behauptet werden.

2. Die Sternschnuppen erscheinen an allen Punkten des Himmels, sind an keine Stelle gebunden; in der Regel scheinen sie sich dem Horizonte zu nähern, zu fallen, doch manchmal auch zu steigen.

3. Sie erscheinen in allen Klimaten, an Orten unter den verschiedensten Breitengraden, in den Polar- wie in den Aequatorialgegenden. Im hohen Norden sieht man sie oft durch die Strahlen des Nordlichts schießen. Witterung (Kälte und Wärme) hat keinen Einfluß auf ihre Menge. Natürlich können sie bei bewölktem Himmel nicht gesehen werden. Bei der Reinheit des Himmels in den tropischen Gegenden reizt dort die Aufmerksamkeit noch mehr als bei uns „das entzückende, immer wiederkehrende Schauspiel der vielen farbigen Sternschnuppen“.

4. Sehr ungleich ist auch die Zeit ihrer Dauer. In der Regel sieht man sie nur eine oder einige Secunden; die großen, namentlich die Feuerkugeln, werden auch längere Zeit gesehen und durchlaufen einen größeren Bogen. Ihre Geschwindigkeit wächst von 3 bis 20 und mehr Meilen in der Secunde. Unter dem Namen Sternschnuppen vereinigt man also verschiedene Phänomene. Die Meteormassen, welche zuweilen auf die Erde herabfallen, haben eine Schwere von einigen Lothen bis zu mehreren Centnern. Sie bestehen aus Stoffen, die man auch in andern Erdkörpern findet: Kieselerde, Talkerde, Eisen, Nickel u. s. w.; aber in der Verbindung, in welcher diese Stoffe in den Meteormassen vorkommen, kommen sie

---

könnten (teleskopische). Die man durch die Gesichtsfelder von Fernröhren hindurchziehen sieht, kann man auch mit bloßen Augen sehen. (?)

sonst auf der Erde nicht vor. Aeußerlich haben sie Aehnlichkeit mit Massen, welche die Wirkung des Feuers erfahren haben*).

5. Besonders häufig erscheinen die Sternschnuppen in der Nacht des 10. August und drum herum, und noch mehr in den Nächten vom 11. bis 15. November. Man spricht daher von einer August- und Novemberperiode, und nennt die Sternschnuppenheere August- und Novembermeteore**), jene auch den Strom des heiligen Laurentius***).

Auf letztere hat zuerst Alexander von Humboldt hingewiesen, nachdem er mit Bonpland am 12. November 1799 an der mexikanischen Küste 4 Stunden lang Tausende von Sternschnuppen hatte vorüberziehen sehen; aber erst seit etwa 20 Jahren ist man aufmerksamer darauf. Zur Zeit der genannten Perioden sieht man in hellen Nächten Massen von Sternschnuppen, nicht bloß in Europa, sondern auch in Afrika (Cap der guten Hoffnung) und Amerika †). Dieselben haben meist die Richtung von Norden nach Süden, oder von Nordost nach Südwest, scheinen aus derselben Gegend des Himmels zu kommen, im August aus der Gegend zwischen den Sternbildern Perseus und Andromeda, im November aus dem Sternbilde des Löwen; ihre Bewegungen scheinen parallel zu sein.

Die Sternschnuppen der August- und November-Periode sind jedoch nicht immer von denselben Sternbildern ausgegangen. Der Hauptausgangspunkt für die August-Periode liegt allerdings im Algol des Perseus; im November kommen sie aber nicht bloß aus dem Löwen, sondern auch aus der Cassiopeia, dem Perseus und dem Drachenkopf.

6. Die Zahl der sichtbaren Sternschnuppen läßt sich nicht genau angeben; in jenen Haupt-Perioden (es giebt noch mehrere, weniger bedeutende) ††) läuft sie über viele Tausende hinaus; von einzelnen

---

*) Merkwürdig ist, daß man in den tieferen Schichten der Erdrinde noch keine Meteorsteine gefunden hat. Die Zahl der jährlich herabfallenden läßt sich ungefähr schätzen. In Frankreich sind in 26 Jahren 10 Meteorsteinfälle beobachtet worden. Seine Oberfläche beträgt etwa $\frac{1}{2000}$ der Erdoberfläche. Also in dem genannten Zeitraume etwa 20000 Meteorsteine; macht für jedes Jahr 700, durchschnittlich täglich 2.

**) Nachsuchungen in älteren Chroniken haben Nachrichten über ähnliche Beobachtungen in früheren Zeiten geliefert, welche oft „Sternregen", „feurige Heere" ꝛc. genannt wurden. Boguslawski folgert aus seinen Nachforschungen, daß sich die Meteornächte um 8—10 Tage vorwärts geschoben hätten.

***) In einem irländischen Kalender ist von feurigen Thränen am Feste des heil. Laurentius die Rede.

†) Arago berechnet die Zahl aus Durchschnitten von einer einzigen Nacht auf 240000.

††) Die Tage vom 18. bis 20. April, vom 26. bis zum 30. Juli, vom 9. bis 12. December. Der Prof. Heis in Münster ist mit der Ermittlung dieser Perioden fleißig beschäftigt. —

sporadischen Sternschnuppen mögen durchschnittsweise stündlich 4 bis 5 gefunden werden.

7. Die Entfernung der Sternschnuppen von der Erdoberfläche ist sehr schwer zu bestimmen. Benzenberg und Brandes haben es am Ende des vorigen Jahrhunderts (1798) zuerst versucht. Sie beobachteten in der Harzgegend an den Enden von Standlinien von 27- und 46000 Fuß, auf dem Rücken liegend, Sternschnuppen, und trugen dieselben mit Bemerkung der Zeit in Sternkarten ein, um diejenigen zu erkennen, welche Beide zugleich beobachtet hatten. (Aus den Unterschieden der eingezeichneten Bahnen entnahmen sie näherungsweise die Parallaxen, mithin die Abstände, Höhen und Längen der Bahnen rc.) Jetzt weiß man, daß ihre Entfernung 1, 2, 3, 4, 5 u. s. w. bis 60 Meilen beträgt *). Einzelne steigen bis zum Gipfel des Chimborasso herab. —

Das Bisherige ist ungefähr das, was man bis jetzt von den Sternschnuppen weiß. Sehr Vieles ist also noch an ihnen unbekannt, es sind räthselhafte Phänomene; aber man ist mit der Herausarbeitung des Näheren, besonders mit der genauen Erforschung ihrer eigentlichen Bahnen, beschäftigt.

Was kann man nun von ihnen halten?

Wir können die Meteormassen**) von den eigentlichen Sternschnuppen unterscheiden. Woher rühren jene, was sind diese? Die Meteormassen! Bilden sie sich in der Luft, sind es Luftsteine (Aërolithen)? Kommen sie aus dem Monde, sind es Mondsteine?

Das Erste ist nicht nur unwahrscheinlich, sondern unmöglich. Wir kennen die Höhe der Atmosphäre, höchstens 10 Meilen***), mit

---

*) In niederen Höhen (1 und weniger Meilen) scheinen nur kleine Sternschnuppen vorzukommen. Brandes glaubt Feuerkugeln beobachtet zu haben, welche einen Durchmesser von mehr als 100 Fuß hatten. Ja, eine Feuerkugel vom J. 1760, die in 19 Meilen Höhe zuerst gesehen wurde, hatte 3000 Fuß, eine vom J. 1823 sogar 10000 Fuß Durchmesser.

**) In einer böhmischen Kirche (wo?) verwahrt man einen Stein, den man den „verwünschten Burggrafen" nennt; es soll ein Meteorstein sein.

In einer Moschee zu Mekka wird ein Stein verehrt, von welchem die Muselmänner glauben, daß der Engel Gabriel ihn herabgeschleudert habe. Wahrscheinlich ist es auch ein Meteorstein. Der jetzige Sultan hat ihm eine goldne Einfassung verliehen.

Wenn man Knochen verehrt, warum sollte man dann nicht auch Steine verehren? —

***) Die Masse der Atmosphäre ist etwas kleiner als ein Milliontheil der Erdmasse. Hätte die Atmosphäre überall dieselbe Dichtigkeit wie an der Erdoberfläche, so würde ihre Höhe 24500 Fuß betragen. Da sie aber in der Höhe dünner wird, so ist auch ihre Höhe größer. Aber eine Höhe, die das Fünffache des Erdhalbmessers überschreitet, kann sie nicht haben; denn in dieser Höhe ist die Centrifugalkraft der Anziehungskraft gleich, Lufttheile würden sich daselbst in den Weltraum verlieren. Nach dem Mariottischen Gesetze hat die Luft

schnell abnehmender Dichtigkeit; wir kennen gar keine Processe, welche im Stande wären, die feinen, in der Luft etwa aufgelöseten Stoffe in einem Augenblicke zu vereinigen und bis zu centnerschweren Massen zu verdichten; folglich, schließen wir, bilden sie sich nicht in der Luft.

Mondsteine! Dann müßte es auf dem Monde Kräfte geben, welche im Stande wären, Stücke des Mondkörpers über die Anziehungssphäre des Mondes hinaus, d. h. mehrere Tausend Meilen hoch zu schleudern, und außerdem müßten sich die günstigsten Umstände vereinigen, wenn sie zur Erde herabkommen sollten*). Von allem dem wissen wir nichts; aus dem aber, was wir wissen, müssen wir, wo nicht auf die absolute Unmöglichkeit, doch die gänzliche Unwahrscheinlichkeit dieses Ursprunges der Meteorsteine schließen, und der erste Kenner des Mondes, Professor Mädler, will davon nichts wissen, besonders darum nicht, weil der Mond, trotz der ungeheuern Menge von Kratern, keine Vulkane hat.

Wenn sie daher nicht der Erde, nicht dem Monde angehören (weder tellurischen noch lunarischen Ursprunges sind), wo kommen sie denn her?

Antwort: Sie gehören dem Kosmos, dem Weltraume an (sind kosmischen Ursprunges), es sind kleine Körper, Asteroiden, Meteor-Asteroiden, bildlich zu sprechen: die Infusorien des Weltalls, die sich frei im Weltraume bewegen, nicht willkürlich, sondern nach Gesetzen, wie Alles in der Natur; es sind vielleicht Rudera von der Schöpfung her, (nach Humboldt) Weltspäne, die, wenn sie auf ihren noch unbekannten Wegen in die Erdnähe kommen, von ihr angezogen werden.

Diese Antwort hat zuerst der große Akustiker Chladni ge-

---

in 8 Meilen Höhe noch $\frac{1}{1000}$ ihrer unteren Dichtigkeit, in 16 Meilen $\frac{1}{1000000}$, in 50 Meilen $\frac{1}{1\,000\,000\,000\,000\,000\,000\,0}$.

Daß sich in solchen Höhen noch Meteormassen bilden könnten, ist undenkbar. Ihre Geschwindigkeit beweiset auch ihren kosmischen Ursprung.

*) Olbers hat gezeigt, daß, wenn der Mond Massen mit einer Geschwindigkeit von 7780 Fuß in der ersten Secunde (13mal so schnell, als unsere Kanonenkugeln in der ersten Secunde (600′) zu fliegen pflegen) in die Höhe schleudert, diese nicht wieder auf den Mond zurückfallen, sondern sich in den Weltraum verlieren, und sich dann möglicherweise mit einem andern Weltkörper vereinigen. Dabei nahm er die Mondmasse = $\frac{1}{68,5}$ der Erdmasse an. Ist sie aber nur $\frac{1}{75}$ oder $\frac{1}{79}$, so reducirt sich jene Geschwindigkeit auf 7575 und 7377 Fuß in einer Secunde. Aber demungeachtet kommen die Sternschnuppen, Feuerkugeln 2c. nicht aus dem Monde. Denn eine mit der zuerst angegebenen Geschwindigkeit aus dem Monde geworfene Masse würde mit einer relativen Geschwindigkeit von 35000 Fuß auf der Erde ankommen; die Sternschnuppen haben aber im Durchschnitt eine Geschwindigkeit von 5 deutschen Meilen = 114000 Pariser Fuß.

geben. Er stellte die denkbaren Möglichkeiten auf: eine erste, eine zweite, eine dritte (aus Erdvulkanen), eine vierte. Gute Gründe verwerfen Nr. 1, 2, 3; es blieb nur die vierte übrig: sie kommen aus dem Weltraume*).

Diese Wahrheit hat man weiter entwickelt, besonders Olbers, Arago und Professor Erman d. J. in Berlin. A. von Humboldt sagt in seinem Kosmos I. S. 126. Folgendes: „In der Nacht vom 12. zum 13. Nov. 1833 kamen, nach dem Zeugniß aller Beobachter, die Feuerkugeln und Sternschnuppen insgesammt von einer und derselben Stelle am Himmelsgewölbe, aus dem Sternbild des Löwen, und sie wichen von diesem Ausgangspunkte nicht ab, obgleich der Punkt während der langen Dauer der Beobachtung seine scheinbare Höhe veränderte. Eine solche Unabhängigkeit von der Rotation der Erde bewies, daß die leuchtenden Körper von Außen, aus dem Weltraume, in die Atmosphäre gelangten. Nach Encke's Berechnung kamen sie alle aus dem Punkte des Weltraumes, auf welchen zu derselben Epoche die Bewegung der Erde gerichtet war. Man erkannte auch in andern Jahren an den November-Strömen den allgemeinen Parallelismus der Bahnen und die Richtung der Meteore aus dem Sternbild des Löwen. 1839 kamen die Meteore im August von einem Punkte zwischen dem Perseus und dem Stier; gegen das letztere Sternbild bewegte sich damals die Erde. Diese Eigenheit des Phänomens (der Richtung rückläufiger Bahnen im Nov. und Aug.) verdient besonders durch künftige recht genaue Beobachtungen bekräftigt oder widerlegt zu werden."

Die Perioden im August und November haben Hrn. Professor Erman mit andern Combinationen zu einer kühnen Hypothese geführt, deren erster Theil schon fester steht als der zweite.

Jener heißt: es mögen im Weltalle in allen Richtungen Sternschnuppen (d. h. kleine Massen in dem verschiedensten Aggregatzustande) herumirren (herumirren, sagen wir, weil wir die Gesetze ihrer Bewegung nicht kennen); aber es giebt 2 große Ströme von Sternschnuppen, d. h. Bahnen, in welchen nahe zusammen un-

---

*) Es giebt directe und indirecte Beweisarten. Der Beweis einer Thatsache durch Augenzeugen gehört zu den directen Beweisarten; er ist unmittelbar anschaulich und wird daher für den sichersten gehalten. Aber eben so sicher — wenn auch nicht anschaulich — ist der oben angeführte von Chladni.

Es werden die Möglichkeiten eines Vorganges aufgestellt: a, b, c, d ꝛc. Nun wird jede derselben untersucht. Stellt sich nun heraus, daß alle unmöglich sind, außer einer, die allein übrig bleibt, so ist diese eine, auch wenn man den innern Zusammenhang zwischen der Wirkung und der Ursache noch nicht einsieht, die richtige. Die Strenge dieser indirecten Beweisführung hängt von der Erschöpfung aller Möglichkeiten ab.

zählige um den Centralkörper unsers Systems, d. h. um die Sonne herumlaufen. Diese zwei Ströme liegen nicht in der Ebene der Erdbahn, sondern schneiden dieselbe in zwei Punkten (Knoten). Im August kommt die Erde dem einen, im November dem andern nahe, die Erde wirkt mit ihrer Anziehungskraft auf die in der Nähe der Knoten befindlichen Sternschnuppen, diese entzünden sich (?) und werden gesehen. Manche vereinigen sich mit der Erde, andere mögen in gestörten Bahnen ihren Lauf in dem Weltraume fortsetzen. Diese Ströme, namentlich der Novemberstrom, müssen eine große Breite (nach bergmännischem Ausdruck: Mächtigkeit) haben; denn der Fall vieler Sternschnuppen wird in drei auf einander folgenden Nächten beobachtet, in drei Tagen aber legt die Erde einen Weg von etwa einer Million Meilen zurück.

Die Erde befindet sich im August und November auf der innern Seite der Sternschnuppenströme, d. h. sie ist näher bei der Sonne als die Sternschnuppen, diesen ist also der Theil der Erdoberfläche zugekehrt, welcher Nacht hat, und die Sternschnuppen können gesehen werden.

Zu andrer Zeit befindet sich die Erde auf der äußeren Seite der beiden Ströme, ihnen ist die Erdseite, welche Tag hat, zugekehrt; wir können dann zwar die Sternschnuppen nicht sehen, aber dennoch verkündet sich ihre Nähe. Dies ist der andre, kühnere Theil der Erman'schen Hypothese. Aber sie basirt auf einen bestimmten Grund, sie schwebt nicht ganz in der Luft*), wenn auch die Thatsachen, noch weniger die Schlüsse daraus, über allen Zweifel erhaben sind.

---

*) Da die Sternschnuppen, wie es scheint (außer den sporadischen oder eremitischen), nicht alle Jahre zu erscheinen pflegen, so ist es wahrscheinlich, daß die Sternschnuppen-Gruppen (die Ströme darf man sich nicht kreisförmig zusammenhangend denken) erst in mehreren Jahren ihren Umlauf um die Sonne vollenden. Ihre Anzahl mag in die Milliarden gehen. Nur die, welche in unsern Dunstkreis eintreten und sich entzünden, mögen sichtbar werden. Die meisten verlassen ungestört die Erdatmosphäre wieder, ihre Bahn um die Sonne fortsetzend. Wenn die Hauptgruppe sich der Erde zwischen dem 11ten und 14ten November nähert, so schneidet deren Bahn die Erdbahn im 19ten bis 22sten Grade des Stiers. — Um den Umstand, daß die Erscheinungen in der Regel jedes Jahr wiederkehren, zu erklären, könnte man annehmen, daß die Schwärme entweder in einem Jahre ihren Umlauf um die Sonne vollenden, oder daß die ganzen Bahnen mit Sternschnuppen angefüllt sind, in welchem Falle die Umlaufszeit eine beliebige sein kann. Aus dem Umstande aber, daß seit 1799 erst wieder 1833 im November eine unermeßliche Menge Sternschnuppen gleich einem Raketenfeuer in paralleler Richtung fiel (in 9 Stunden wenigstens 240000 — arabische Schriftsteller vergleichen sie daher mit Heuschreckenschaaren), läßt sich vielleicht für einen Hauptschwarm auf eine Periode von 34 Jahren schließen; 1867 wird man darüber mehr erfahren.

Erman combinirt nämlich mit den Thatsachen im August und November Folgendes:

Die Kalender- und Wetterfabrikanten bezeichnen die Tage vom 11. bis 13. Mai, die berüchtigten gestrengen Herren: Mamertus, Pancratius, Servatius, als kalte Tage. Es ist in Deutschland, wenigstens dem westlichen und nördlichen, allgemeine Volksmeinung, und große Herren lassen ihre Orangerie nicht eher an die freie Luft bringen, bis die gestrengen Herren vorüber sind. (Das Nichtbeobachten dieser Regel brachte Friedrich den Großen einmal um seine ganze Orangerie in seinem Sans-souci.) Nun erscheinen diese kalten Tage gerade ein halbes Jahr nach der Novemberperiode. Ein Halbjahr nachher — schließt Erman — geht die Erde durch den zweiten Knoten der Bahn des Novemberstroms, die Sternschnuppen werden nicht gesehen, weil sie der Sonne näher sind, sie gehen bei Tage vor der Sonne vorbei; man kann sie nicht sehen, weil sie zu klein sind und das Sonnenlicht zu sehr blendet, aber ihre Zahl ist doch so groß, daß sie der Erde einen Theil der Sonnenstrahlen entziehen, dadurch den wärmenden Einfluß der Sonne auf die Erde schwächen, die Verminderung der Wärme und die Kälte verursachen. Was sagen die Leser dazu? — Jedenfalls ist die Sache interessant. Aber wie ist es mit dem zweiten Strom im August? Ist es mit dem auch so?

Ein halb Jahr nachher fällt auf den 7. Februar und drum herum.

Diese Tage sind nicht berüchtigt. Aber Erman hat sich die Mühe nicht verdrießen lassen, in neuen und alten Schriften, welche meteorologische Beobachtungen enthalten, die Temperatur jener Tage aufzusuchen, und im Durchschnitt kommt das Resultat heraus, daß die von Ende Januar im Allgemeinen regelmäßig bis zu den Hundstagen zunehmende Wärme in den Tagen um den 7. Februar herum nicht in dem Grade zunimmt, wie vorher und nachher. Dieses scheint wenigstens eine Bestätigung seiner Hypothese zu sein*). — Die Leser mögen nach Belieben weiter darüber nachdenken. Der Fleiß und die Aufmerksamkeit der Naturforscher werden in den nächsten Jahrzehnten weiteren Aufschluß darüber bringen, wie über

---

*) Nach Zeitungsnachrichten (Vossische Zeitung 1845 Nr. 19. und 1846 Nr. 60.) sind im Mai 1845 während der „kalten Tage" in Neapel eine Menge kleiner Körper von Capocci vor der Sonnenscheibe vorübergehen gesehen worden. (Man läßt das Sonnenbild auf ein weißes Papier fallen. Alsdann marschirt der Schatten der kleinen Körper auf dem Bilde vorüber.) Nachdem die berüchtigten Tage vorüber waren, wollte keiner mehr erscheinen. — Pappart hat in ähnlicher Art am 11. November 1845 viele kleine Körper in einem Fernrohre vor der Mondscheibe vorüberziehend wahrgenommen.

manche andre, noch nicht vollständig bekannte Himmelserscheinungen, z. B. die Bewegung der Fixsterne, die Doppelsterne, die Bahn unsrer Sonne mit all' den Ihrigen in dem unermeßlichen Weltraum. Es bleibt uns also für den Rest unsrer Tage noch Einiges zu lernen übrig, und noch einiges Andere für das Jenseits. Merkwürdig aber bleibt es gewiß, und es deutet auf die Fortschritte in den Naturwissenschaften hin, daß sich das Sonnensystem in den neueren Zeiten so außerordentlich erweitert hat. Die Alten kannten außer Fixsternen und Sonne und Mond fünf Planeten. Dabei blieb es viele Jahrhunderte lang, die Astronomie stagnirte mit den Naturwissenschaften überhaupt. (Die Alten beobachteten wenig, an Experimentiren dachte keiner.) Erst seitdem Copernicus das Centrum unseres Sonnensystems in der Sonne entdeckt, die Erde aus dem vermeintlichen Mittelpunkte herausgehoben und in Bewegung gesetzt hatte; demnächst seit der Entdeckung der Fernröhre ist man zur Kenntniß der Trabanten und der körperlichen Ringe des Saturn gelangt, Newton half zur näheren Bekanntschaft mit den Kometen, Humboldt lenkte die Aufmerksamkeit auf die Sternschnuppen, die Proletarier des Systems, und in der allerneuesten Zeit hat man sowohl in- als außerhalb unseres Sonnensystems mannigfaltige Entdeckungen gemacht. Da die menschlichen Leidenschaften sich nicht mehr wie ehemals (man denke an Galilei!) in die Astronomie mischen, und da es glücklicher Weise keine Kaste oder keinen Stand giebt, welcher den Auftrag erhalten zu haben meint, für das Festhalten des Bisherigen, für den astronomischen Glauben der Vorfahren, sorgen zu müssen, so ist der Astronomie ein unaufhaltsamer Fortschritt gesichert — ein Vorzug, dessen sich leider noch nicht alle Wissenschaften zu erfreuen haben. Die Wissenschaft und die Lehre der Astronomie ist frei! —

Zum Schluß können wir noch eine Uebersicht unsres Sonnensystems aufstellen.

Es reicht so weit, als die Centralkräfte Weltkörper um die Sonne führen, indem diese an ihr Gebiet gefesselt werden.

Nach unsrer jetzigen Kenntniß umfaßt es:

1) 63 (65) Haupt- und 23 Nebenplaneten;
2) alle die Kometen, deren Bahn berechnet ist, unter ihnen 6 innere, deren Sonnenfernepunkt (Aphel) von der Bahn des äußersten Planeten, des Neptun, umschlossen ist;
3) den Ring des Thierkreislichtes, innerhalb der Marsbahn liegend;
4) die Schwärme der Sternschnuppen, Feuerkugeln ꝛc., kurz der Meteor-Asteroiden.

X. Züge und Andeutungen aus der Geschichte der Astronomie.

Die Geschichte der mathematischen (oder astronomischen) Geographie und der Astronomie*) ist sehr lehrreich.

In deutlichster Weise erkennt man in ihr den Gang der menschlichen Entwicklung an Naturkenntnissen, von der sinnlichen Erfahrung aus, durch die Erforschung der Naturgesetze hindurch, bis hinauf zu den verborgenen Ursachen. Die Geschichte der Naturforschung überhaupt, der Astronomie insbesondere, ist die objective Darstellung der subjectiven Entwicklung. Aus seinem (leeren) Geiste heraus kann der Mensch die Art und das Gesetz der Natur nicht herausspinnen**), sie muß ihm das Material liefern; aber die Wissenschaft selbst ist ein Product der Thätigkeit des menschlichen Geistes. Wahre Naturwissenschaft ist die Uebereinstimmung der menschlichen Vorstellungen mit der Natur der Dinge, der objectiven Vernunft.

---

*) Eine Definition des Begriffs der Astronomie ist in diesem Buche nicht gegeben worden. Was ist Astronomie?

Mädler beginnt in seiner höchst schätzbaren „populären Astronomie" (Berlin bei Heymann, 1853, 4. Aufl., 3 Thlr. 15 Sgr.), welche mathematische Kenntnisse voraussetzt, die Einleitung mit der Erklärung: „Astronomie ist diejenige Wissenschaft, welche aus den Erscheinungen der Himmelskörper am Firmamente selbst ihre Bewegungen kennen lehrt." Diese Erklärung ist offenbar zu enge. Denn die Astronomie lehrt nicht nur die Erscheinungen und die Bewegungen der Himmelskörper, sondern auch die Ursachen beider, die physische Beschaffenheit der Himmelskörper und noch vieles Andere kennen. Der Leser möge daher eine vollständigere Erklärung versuchen! Dieses ist leicht, nachdem der gesammte Inhalt der Wissenschaft vorliegt. Mit Definitionen muß man nicht beginnen, sondern endigen. —

**) Schiller sagt in einem Distichon, daß das Bündniß zwischen Naturforschern und Transcendental-Philosophen zu früh komme. Käme es etwa jetzt zu rechter Zeit? Die Versicherung eines neueren Lehrers über Naturkunde, zwischen kirchlichen Dogmen und den Wahrheiten der Naturforschung vermitteln zu können, ist eitel Prahlerei. Zwischen beiden giebt es keine Vermittelung. Historisch-religiöse Vorstellungen müssen sich den wissenschaftlichen Forschungen anbequemen, nicht umgekehrt. — A. v. Humboldt sagt darüber in seinem Kosmos auch manches lehrreiche, resp. beherzigenswerthe Wort. Ein solcher Mann muß wissen, wie ächte Naturwissenschaft entsteht. Z. B. I. S. 31.: „In meinen Betrachtungen über eine wissenschaftliche Behandlung einer allgemeinen Weltbeschreibung ist nicht die Rede von Einheit durch Ableitung aus wenigen, von der Vernunft gegebenen Principien. Was ich physische Weltbeschreibung nenne, macht daher keine Ansprüche auf den Rang einer rationellen Wissenschaft der Natur; es ist die denkende Betrachtung der durch Empirie gegebenen Erscheinungen, als eines Naturganzen."

Die Geschichte der Astronomie zeigt, wie das Wissen allmählig entsteht und sich von kleinem Anfange immer weiter und weiter entwickelt, wie es von einer Nation zur andern übergeht und zuletzt als ein Erzeugniß der ganzen cultivirten Menschheit dasteht. Die Geschichte einer Wissenschaft ist Geschichte der menschlichen Cultur*). Spiegelt sich die Welt in dem Menschen, so spiegelt sich der Mensch in der Wissenschaft; sie ist ein Microcosmus des Microcosmus**).

Nicht die gerade, sondern die krumme Linie ist ein Bild der Geschichte einer Wissenschaft, folglich der menschlichen Entwicklung überhaupt. In keiner Periode fehlt es an Irrthümern mancherlei Art, natürlich treten sie in früheren Epochen häufiger hervor als in späteren. Aber sie fehlen in keiner. Zu vollkommnem Wissen bringt es der Mensch nicht; aber er schreitet fort, indem jedes folgende Geschlecht den Horizont der Menschheit erweitert. Zwar wird wohl die Endursache aller Dinge dem Menschen stets verborgen, ewig unerklärbar bleiben; aber dem Erkennen ist keine absolute Grenze gesetzt, wenn auch ewig eine Grenze. Irren ist darum des

---

*) Die Grade der Fortschritte im Verstehen des Buchs der Natur können zur Bestimmung der Perioden der Culturgeschichte des Menschengeschlechts dienen.

Vor der Sündfluth bekümmerte man sich nicht um das Buch der Natur, man lernte das Gehen und trieb Kinderspiele. Zu den Zeiten Homer's und David's lernte man die Buchstaben des Buches kennen, ohne hinter denselben einen Sinn zu ahnen. In der dritten Periode buchstabirte man, von Homer an bis zu Copernicus, ja zu Newton. Mit letzterem beginnt die vierte Periode, die des Lesens, und wir haben in den letzten 150 Jahren einen Theil des Buches durchgelesen Das ganze Buch wird das Menschengeschlecht wohl niemals auslesen*).

Lamont theilt die Geschichte der Astronomie in 4 Perioden:

1) von den frühesten Zeiten bis zur Gründung der Alexandrinischen Schule — vereinzelte Beobachtungen und Lehrsätze;
2) von da bis zur Wiedererwachung der Wissenschaften im Abendlande — systematische Arbeiten unter Voraussetzung des Ptolemäischen Systems;
3) von da bis zum Anfange des 17. Jahrhunderts — Gründung des richtigen Systems der Astronomie und Kämpfe zu dessen Befestigung;
4) vom Anfange des 17. Jahrhunderts bis auf die neueste Zeit — methodische Ausbildung der Astronomie.

*) Vergl. Bessel's populäre Vorlesungen, Hamburg, 1848, S. 40!

**) „Des Menschen Thaten und Gedanken, wißt!
Sind nicht wie Meeres blind bewegte Wellen.
Die innre Welt, sein Microcosmus, ist
Der tiefe Schacht, aus dem sie ewig quellen.
Sie sind nothwendig, wie des Baumes Frucht,
Sie kann der Zufall gaukelnd nicht verwandeln.
Hab' ich des Menschen Kern erst untersucht,
So weiß ich auch sein Wollen und sein Handeln."
Schiller, im Wallenstein.

Menschen Loos, Mangelhaftigkeit sein Zustand. Irrthümer, einseitige Wahrnehmungen, falsche Schlüsse sind unvermeidlich. Wer den Menschen nicht irren lassen will, will ihn sich nicht entwickeln lassen. Ja die Irrthümer werden häufig eben so lehrreich wie die Wahrheit. Der Weg zur Wahrheit geht in der Regel durch das Thor des Irrthums. Nicht auf Eisenbahnen, nicht einmal auf geraden Wegen wandert der Forscher. Falsche Scheine locken ihn in falsche Richtungen; hinterher erkennt man oft, daß sie sogar nothwendig waren, um den geraden Weg zu entdecken. Der Menschenverstand, und zwar der gesunde, kann falschen Schlüssen nicht immer ausweichen. Es ist ein interessantes Schauspiel, die Geschichte einer Wissenschaft aus diesem (psychologischen) Gesichtspunkte zu betrachten, und es ist ein untrügliches Kennzeichen des Lehrtalentes, wenn der Lehrer die Sprossen auf der Leiter zum Wissen zu bestimmen weiß, auf welchen der Schüler von gesundem Kopfe zu falschen Schlüssen verleitet wird*). Wie im Leben des Menschen, so giebt es in der Entwicklung der Wissenschaften Perioden und Epochen, der Fortschritt ist bald langsamer bald schneller, es fehlt selbst nicht an stationären Perioden, nicht an (scheinbarer) Rückläufigkeit. Die Formel für das Gesetz der Entwicklung soll noch gefunden werden.

Nach der Natur der Menschen wird die Wahrheit unter Kampf und Streit zu Tage gefördert. Eigensinn, Vorurtheile, Hochmuth und Herrschsucht suchen die ruhige Entwicklung zu hemmen. Aber Widerspruch und Gewalt schrecken den energischen Geist nicht ab, sondern sie stählen ihn. Weil er nicht nur an die Möglichkeit der Erforschung der Wahrheit, sondern auch an den Sieg derselben über die Unwahrheit glaubt, darum erforscht er sie wirklich und gewinnt ihr den Sieg. — Jede Wissenschaft hat ihre Märtyrer — Männer, welche um der Wahrheit willen angefochten wurden, aber lieber untergehen wollten, als von der Wahrheit lassen. Die Geschichte der Wissenschaften, auch der Astronomie, offenbart uns den Adel der menschlichen Natur. Indem sie die Feinde des Fortschritts**)

*) Ein falscher Schluß ist darum noch mit Nichten ein Zeichen der Vornirtheit. Da, wo ein solcher natürlich ist, muß man ihn machen lassen. Demnächst muß man den Schüler selbst den falschen Schluß berichtigen lassen. Ein guter Lehrer hat nicht Lust, dem Schüler zu sagen, was dieser sich selbst besser sagen kann. Man wird nicht weise durch fremde Weisheit.

**) Die Feinde der intellectuellen Entwicklung (die Freunde der Finsterniß) haben ihre Versuche, das Licht der Erkenntniß vom sogenannten gemeinen Manne abzuhalten, zuweilen durch die Behauptung zu rechtfertigen gesucht, daß das klare Erkennen die Lebendigkeit der Gefühle, daß die Einsicht in die Wirksamkeit der Naturkräfte die Bewunderung der Allmacht 2c. beeinträchtige. Was sagt Alexander von Humboldt dazu? Kosmos I. S. 19:

brandmarkt, bekränzt sie das Haupt der Forscher mit ewig grünendem Lorbeer. Die Wissenschaften sind der Triumph des menschlichen Geistes. Ihre Geschichte rechtfertigt die Zweifel an Systemen, selbst wenn sie Jahrtausende gegolten hätten; sie lehrt Humanität*). Wird eine neue Wahrheit entdeckt, so wird sie von der großen Menge für einen neuen Irrthum erklärt, während dieselbe einen alten Irrthum für feste Wahrheit nimmt. Das Neue findet allzeit Widersacher an denen, welche das bisher Bestandene für wahr halten, weil es alt ist, und an denen, welche ihr Interesse durch das Neue gefährdet sehen. Das Vorurtheil und der Egoismus schließen darum einen Bund zur Bekämpfung desselben, und eines ihrer Mittel ist, den Entdecker des Neuen für einen Neuerer oder Empörer auszuschreien, wenn sie nicht sogar die ihnen zu Gebot stehenden Gewaltmittel, Kerker und Tod, in Anwendung bringen. Aber die Geschichte der Wissenschaften lehrt, daß keine Gewalt auf Erden mächtig genug ist, die Wahrheit für immer zu unterdrücken. Das Licht ist stärker als die Finsterniß; es durchdringt zuletzt alle Räume, selbst die Kerker der Inquisition. Wer dieses weiß, wird nie in das Geschrei des Pöbels einstimmen, nie einen Stein aufheben gegen einen Wahrheitsforscher. Die Geschichte der Wissenschaften lehrt Humanität; keine mehr als die Geschichte der Astronomie**).

„Ich kann der Besorgniß **nicht** Raum geben, zu welcher Beschränkung oder eine gewisse sentimentale Trübheit des Gemüths zu leiten scheinen, zu der Besorgniß, daß, bei jedem Fortschritt in das innere Wesen der Kräfte, die Natur von ihrem Zauber, von dem Reize des Geheimnißvollen und Erhabenen verliere. Ich kann dem Ausspruch des geistreichen **Burke nicht** beipflichten, daß „aus der Unwissenheit von der Natur der Dinge allein die Bewunderung und das Gefühl des Erhabenen entstehe." Nur das ist wahr: Wer den Glauben an miraculöse, magische Wirkungen, aus dem Dunkel einer geheimnißvollen Macht heraus, erzeugen oder erhalten will, wird sich Mühe geben, die Erkenntniß naturgesetzlicher Erscheinungen von den „Gläubigen" fern zu halten. Das Mirakel ist der Erstgeborne der Unwissenheit. — (Kosmos I. S. 36:)

„Der Mensch kann auf die Natur nicht einwirken, sich keine ihrer Kräfte aneignen, wenn er nicht die Naturgesetze, nach Maaß- und Zahlenverhältnissen, kennt. Auch hier liegt die Macht in der volksthümlichen Intelligenz. Sie steigt und sinkt mit dieser. Wissen und Erkennen sind die Freude und die **Berechtigung** der Menschheit; sie sind Theile des National-Reichthums, oft ein Ersatz für die Güter, welche die Natur in allzu kärglichem Maaße ausgetheilt hat."

*) Die Weltgeschichte, in vielen ihrer Kapitel eine Geschichte der menschlichen Irrthümer, enthält doch auch die tröstliche Wahrnehmung, daß trotz der allgemeinen Verbreitung der Finsterniß und des Wahnes es der Forscher endlich wagen konnte, die Wahrheit zu verbreiten, **ohne seine Ruhe zu opfern und seine Existenz in Frage zu stellen. „Möge es bald dahin kommen**, daß auch von andern als naturhistorischen Wahrheiten Aehnliches gesagt werden **könne!**" **Mädler**, astronom. Briefe S. 262.

) Von dem **Nutzen der Astronomie, dem materiellen und geistigen, braucht daher nicht ausführlich die Rede zu sein. **Lichtenberg** pflegte in der Einleitung zu seinen physikalischen Vorlesungen zu sagen: „Von dem Nutzen der

Die Wiege des Menschengeschlechts, Asien, ist auch ihre Geburtsstätte. In jenen Ländern, in welchen die Sterne in vorzüglichster Klarheit herabschimmern, in Chaldäa und Arabien, wurde der Blick der Menschen zuerst von ihnen gefesselt*). Die Erhabenheit und Pracht des Sternenhimmels reizte zur Betrachtung; das natürliche Bedürfniß, Ordnung und Regel in die Geschäfte des Lebens zu bringen, steigerte die Aufmerksamkeit. So fand man in der scheinbaren Verworrenheit bald Gesetzmäßigkeit und Regel. Ohne Zeitbestimmungen kann der Mensch nicht leben. Der Auf- und Untergang der Sonne bestimmt den Tag, die regelmäßigen Erscheinungen des Mondes den Monat, die Wiederkehr derselben Jahreszeit das Jahr. Mit diesen äußeren Wahrnehmungen war der Grund gelegt zur Astronomie. Das Bedürfniß möglichst genauer Bestimmungen nöthigte zu aufmerksamer Betrachtung des Standortes und des scheinbaren Laufes des Mondes und der Sonne.

Schon in den ältesten Zeiten war die Zeit des scheinbaren Umlaufs der Sonne um die Erde, d. h. die Länge des Sonnenjahres, bekannt. Nach der mosaischen Erzählung von der Sündfluth ging Noah am 17ten Tage des 2ten Monates in die Arche, und er verließ sie erst im nächsten Jahre am 27sten Tage desselben Monates**). Er war also 1 Jahr und 11 Tage darin geblieben, d. h. wenn man damals, wie es wahrscheinlich ist, nach Mondenjahren von 354 Tagen rechnete, gerade 365 Tage. Dieses ist um so auffallender, weil nach derselben Erzählung die Erde schon am ersten Tage des ersten Monates trocken war. Die Erzählung von der Dauer des Aufenthaltes des Noah in der Arche sollte, wie man vermuthen muß, den

Physik zu reden, ist gegen die Würde der Wissenschaft und eine Beleidigung der Zuhörer." Es genügt die Anführung eines Wortes von Laplace: „Durch die Erhabenheit ihres Gegenstandes und durch die in allen andern Wissenschaften beispiellose Vollendung ihrer Theorie ist die Astronomie das schönste Denkmal des menschlichen Geistes, sein Stolz und zugleich sein Trost für die Unbedeutenheit geworden, welche die Natur ihm und seiner Erde auf der Stufenleiter der Wesen angewiesen zu haben scheint, so daß er seine eigene Größe bewundern muß in der Kleinheit der Basis, die ihm gedient hat, den ganzen Himmel zu messen."

*) In dem Kindesalter der Menschheit war der Himmel den Menschen eine blaue Decke jenseits der Wolken, die sich regelmäßig um den Wohnort herumschwang und an welcher Lichter angeheftet waren; ein großes Licht, ein kleines Licht, „dazu auch Sterne". Noch in den ersten Jahrhunderten nach Christo war der „Himmel" besonders den „Gläubigen" etwas Anderes, als was er uns jetzt ist: ein unendlicher Raum mit einer unzähligen Menge der verschiedensten Weltkörper. Der Ausdruck: „ich glaube — an den allmächtigen Schöpfer Himmels und der Erden" hatte, als er gebildet wurde, zum Theil einen andern Sinn als jetzt. Befehle nun Einer, daß die Vorstellungen sich nicht ändern sollen! —

**) 1. Buch Mosis 7, 11. 13; 8, 14—18.

Menschen die wichtige Nachricht von der Länge des Sonnenjahres verkündigen, oder sie festhalten.

Die erste Zeitbestimmung war ohne Zweifel die Zeit, während welcher das Himmelsgewölbe sich einmal um die Erde wälzt, als von der Natur selbst gegebenes Maaß der Zeit*) — der Tag; die zweite die Zeit, in welcher die Mondphasen mit einander wechseln: Neumond, erstes Viertel, Vollmond, Neumond, von der einen zur andern 7 Tage, die Woche; die dritte die Periode, in welcher die Mondphasen wiederkehren — 29½ Tage oder der (synodische) Monat. Zwölf dieser Perioden machen 354 Tage — das Mondenjahr. Diese Zeitmaaße waren, wie wir aus der eben citirten mosaischen Erzählung von der Sündfluth erkennen, vor derselben, also in den allerältesten Zeiten bekannt. Die Beobachtung des Mondes zeigte bald, daß er schon in 27⅓ Tagen zu demselben Fixsterne zurückkehrte; mit dieser Beobachtung war die Länge des siderischen Monates gefunden.

Aber weit wichtiger als diese Bestimmungen war die Kenntniß der Dauer des Sonnenjahres. Denn von der Stellung der Sonne in den Solstitien und zwischen ihnen hing damals, wie jetzt, die Zeit der Jahreszeiten, Aussaat und Ernte, ab. Nur war die Beobachtung der Zeit der Rückkehr der Sonne zu demselben Sternbilde nicht so leicht wie bei dem Monde. Unmittelbar konnte sie gar nicht gemacht werden; man mußte sie aus dem Wiedererscheinen großer Fixsterne in der Morgen- oder Abenddämmerung erschließen. Nach manchen Irrungen mochte man endlich die Zeit von 365 Tagen finden — das sogenannte ägyptische Jahr, welches sehr lange im Gebrauch war.

Außer diesen Kenntnissen war auch schon in grauer Vorzeit die Periode von 18 Jahren und 11 Tagen, in welcher die Mondsfinsternisse wiederkehren, bekannt. Ebenso findet man im ganzen Morgenlande den Gebrauch der Wochen von 7 Tagen, und die oben angegebene Benennung der Wochentage nach den Himmelskörpern in derselben Ordnung: Sonne, Mond, Mars, Mercur, Jupiter, Venus und Saturn.

Die alten Völker betrachteten diese Erscheinungen mit religiöser Ehrfurcht; die Wiederkehr des Neumonds wurde mit Opfern und Festen begangen. Diese erhabene Sitte mußte nicht bloß auf ihre Veredlung, sondern auch auf die Fortschritte in der Kenntniß der himmlischen Erscheinungen den günstigsten Einfluß ausüben**).

---

*) Doch scheinen alte Völker auch den Tag von Abend zu Abend gezählt zu haben. „So ward aus Abend und Morgen der erste Tag."

**) „Canopus, über die Wüste hernieder scheinend mit seinem blauen dia-

Daß die äußere Kenntniß der Sterne mit jenen Bestimmungen zusammenfiel oder ihnen vorherging, leuchtet von selbst ein. Schon im Hiob, vielleicht dem ältesten aller Bücher, wird der große Wagen, der Orion und die Gluckhenne (die Plejaden) genannt*); andre Namen (das Schiff Argo, das goldne Fließ, der Drache, der es bewacht) deuten auf ihre Bezeichnung unter den Griechen zur Zeit des Argonautenzuges (etwa 1200 Jahre vor Christi Geburt). Als merkwürdig muß der Umstand bezeichnet werden, daß kein Sternbild mit dem Namen eines der von Homer besungenen unsterblichen Helden bezeichnet wird. Wahrscheinlich standen also schon vor dem trojanischen Kriege, wenigstens vor Homer, die Namen der vorzüglichsten Sternbilder fest. Die Eintheilung des Thierkreises in 12 Zeichen, die Länge eines jeden von 30 Graden, eines Grades von 60 Minuten, rührt von den Chaldäern her. Sie nahmen die Länge des Jahres zu 365¼ Tagen an. Auch waren ihnen 5 Hauptplaneten unseres Sonnensystems bekannt. Bei ihnen finden sich auch die ersten Spuren der Meinung eines Einflusses der Gestirne auf die Schicksale der Menschen und die Fruchtbarkeit des Jahres**).

---

mantenen Hellglanz, mußte das Herz des wilden Ismaeliten, den er durch die einsame Oede geleitete, tief durchdringen. Können wir darum begreifen, daß diese Menschen Canopus anbeteten? Anbetung ist überschwengliche Verwunderung; Verwunderung, für die kein Maaß noch Grenze mehr ist, ist Anbetung. Den Urmenschen war Alles, was sie neben und über sich sahen, Sinnbild des Göttlichen, irgend eines Gottes".

(Thomas Carlyle, über Helden, Heldenverehrung ꝛc. Berlin, 1853, S. 16.)

Diese Naturanbetung der Heiden, eben so achtungswerth wie natürlich, hat eine andere Bedeutung als die abergläubischen Meinungen, die unter den Christen — bis diesen Tag — grassiren. Die alten deutschen Heiden feierten zur Zeit der Sonnenwenden das Naturjahr, die Johannisfeuer rühren davon her. Aber was geschieht noch jetzt? Noch im Jahre 1854 wurde in Rom das Johannisfest mit den alten Albernheiten, in den untern wie in den höheren Volksschichten, gefeiert. Am Vorabend des Festes fand sich keine Hausthür, auf deren innern Seite nicht eine Schüssel mit Salz, ein Besen, ein dicker Kranz aus Sauerampferkraut, vor allem aber ein Kessel mit Weihwasser (welches der Pfarrer gern und unentgeltlich verabreicht) gegen die über Nacht einzubringenden Hexen in Reih und Glied aufgestellt gewesen wäre. In Rom läßt man sich einmal um keinen Preis den Glauben nehmen, daß die herumreitenden Hexen erst alle Salzkörner, alle Besenreiser und alle Blättchen des Sauerampfers wegen der Nähe des Weihwassers gezählt haben müssen, bevor sie im Hause Schaden anrichten können, und daß unterdessen der sie verscheuchende Tag anbricht. Die Geistlichen hegen und pflegen diesen Aberglauben mit der Entschuldigung, es sei doch besser, sich auch in dieser Beziehung immerhin an die Tradition zu halten.

*) Hiob 9, 9: „Er macht den Wagen am Himmel, den Orion und die Glucken und die Sterne gegen Mittag."

**) Weil es nicht bei bedecktem, sondern bei sternhellem Himmel zu thauen pflegt (indem in letzterem Falle die Wärme aus der Erde ausstrahlt, folglich eine starke Abkühlung des Bodens stattfindet), so glaubte man ehemals, der Thau fiele von den Sternen herab.

Aegypter waren die ersten Astrologen oder Sterndeuter; die Priester waren zugleich Astrologen. Von Aegypten*) kam die vermeintliche Kunst, aus der Stellung der Sterne, besonders der Planeten, die man für Götter hielt, die Begabung und die Schicksale der Menschen zu bestimmen (ihnen das Horoscop zu stellen), nach Babylonien und Libyen, von da zu den Griechen. Dem Volke wurden die astrologischen und astronomischen Kenntnisse geheim gehalten, man behandelte sie als Mysterien und verbarg sie unter Hieroglyphen. Moses**) erlangte hier wahrscheinlich seine Kenntnisse von dem Himmel. Der Sirius, der Fürst der Fixsterne, dessen Wiedererscheinen in der Morgendämmerung den Aegyptern den Anfang der Nilüberschwemmung anzeigte, hat seinen Namen vom Nil, Sirius heißt Nilstern. Nach dieser Erscheinung bestimmten sie auch die Länge des Jahres zu 365, später zu 365¼ Tagen. Auch kannten sie die wahre Ursache der Mondsfinsternisse, daß sie entstanden durch

---

*) Der Ursprung des Thierkreises, welcher von Denderah (daher sein Name) nach Paris geschafft worden, scheint nicht so weit in's Alterthum hinauf zu reichen, als man Anfangs geglaubt hat. Die Kenntniß des Thierkreises überhaupt setzen einige Schriftsteller 10000 Jahre vor Augustus, andre 17000 J. vor Amosis, noch andre 473000 J. vor Alexander dem Großen.

**) Moses verbietet an mehreren Stellen seiner Gesetzbücher die Ausübung der Astrologie. Trotzdem kommt sie an mehreren Stellen des A. T., überhaupt noch spät bei den Juden vor. Matth. 2, 1 sagen die Magier: „Wir haben seinen Stern gesehen." Im Mittelalter hatten die meisten Fürsten, vorzüglich durch Theophrastus Paracelsus Bombastus Aureolus ab Hohenheim, ihren Sterndeuter, die in Persien jetzt noch in Ansehen stehen. Man beobachtete die Stellung der Planeten im Thierkreis und gegen einander besonders bei der Geburt der Kinder, um ihnen die Nativität zu stellen. Jeder Planet hatte seine besondre Bedeutung. Saturn z. B. in günstiger Stellung deutet Männer von hohem Geiste an, die hohe Ehrenstellen erreichen, selten lachen u. s. w. — Die alten Astrologen waren mitunter sehr kluge Leute, indem sie, wie die Propheten der Gegenwart, die ihre Weissagungen nach dem Eintritt der Begebenheiten verkündigen, nicht von einer Constellation auf ein Menschenschicksal, sondern von diesem auf die Constellation zurück schlossen. In der Regel wählten sie Beispiele, die keine Nachrechnung zuließen, indem Niemand wußte, ob der angenommene Tag der Geburt richtig war oder nicht. So ist von alten Astrologen das Horoscop des Paris, des Thersites und des Homer gestellt worden. Aber wer kannte deren Geburtstag und Jahr? Am angeblichen Tage der Geburt Homer's stand der Mond im Kopfe des Widders, „wo er Blinde hervorbringt", und Saturn in der neunten Stelle, und machte den zu dieser Zeit Gebornen zum „Fürsten der Dichter". — Der heil. Augustinus rechnete die astrologischen Künste zu den satanischen, Luther aber nannte sie eine „feine Kunst", die freilich etwas „unsicher" sei. Die Zusammenkunft mehrerer Planeten oder gar aller in demselben Sternbilde (etwa alle 800 Jahre einmal), synodus planetarum, wurde für besonders einflußreich gehalten. So prophezeite der Mathematiker Stoffler in Tübingen für das Jahr 1524, weil in demselben die Planeten Mars, Jupiter und Saturn im Sternbild der Fische in Conjunction traten, eine große Sündfluth. Es wird erzählt, daß auf diese Nachricht manche Personen sich schwimmende Fahrzeuge, daß ein gelehrter Doctor in Toulouse sich ein Schiff nach dem Muster der Arche Noah's erbauen ließ. —

den Eintritt des Mondes in den Schatten der Erde. Zugleich machten sie schon den Schluß, daß die Venus sich nicht um die Erde, sondern um die Sonne drehe; sie verglichen die Sonne mit dem Könige, den Mond mit der Königin, die Planeten mit den Trabanten, die Fixsterne mit dem Volke. Sie waren also der Ansicht des Copernicus sehr nahe.

Nicht zu reden von den Indiern und Chinesen, welche gleich den Chaldäern und Aegyptern frühzeitig astronomische Kenntnisse besaßen, kommen wir auf die Griechen, das gebildetste Volk der alten Welt. Homer und Hesiod nennen die vornehmsten Sterne. Jener sagt ausdrücklich, daß Ulysses den Lauf seines Schiffes nach den Sternen gerichtet habe; die Argonauten auf dem schwarzen Meere wahrscheinlich noch früher*). Thales aus Milet, der erste der sieben Weisen Griechenlands, kann (600 Jahre vor Christi Geburt) als der Stifter der griechischen Astronomie angesehen werden. Er zeigte auf seinen Reisen den ägyptischen Priestern, wie man die Höhe der Pyramiden aus der Länge ihres Schattens berechnen könne, lehrte die Kugelgestalt der Erde, gab von den Mondphasen und den Finsternissen die richtige Erklärung, maß die scheinbare Größe der Sonne und sagte eine Mondsfinsterniß richtig voraus. Anaximander, einer seiner Nachfolger, verfertigte geographische Karten, Sphären und Sonnenuhren. Anaxagoras zeigte seinen Zeitgenossen die Berge und Thäler im Monde. Herodot meinte, daß gewisse periodische Winde die Sonne von Norden nach Süden tragen und umgekehrt, und daß so der Wechsel der Jahreszeiten entstehe. Anaxagoras dagegen lehrte, „die Sonne sei ein fester Körper und so groß wie Griechenland.“ Er wurde deswegen verfolgt. Als er in einer Schrift die wahre Ursache der Mondsfinsternisse lehrte, wurde er von den Athieniensischen Demagogen, gleich Sokrates, des Atheismus beschuldigt, in den Kerker geworfen und nur mit Mühe von seinem Freunde Perikles gerettet.

Schon 100 Jahre früher förderte Pythagoras in Unteritalien, nachdem er, von Durst nach Kenntnissen getrieben, bis an den Ganges vorgedrungen war, die Astronomie. Er lehrte die Kugelgestalt der Erde und der Sonne, die Bewohnbarkeit der Erde auf ihrer krummen Oberfläche, die Existenz der Antipoden, und daß die Venus bald Morgen-, bald Abendstern sei. Seine Schüler waren von der Umdrehung der Erde um sich selbst und von ihrer Bewegung um die Sonne überzeugt. Sicherlich kannten sie auch den

*) „Durch die Fluthen leuchtet dem Piloten
Vom Olymp das Zwillingspaar“. (Schiller.)

Umlauf der bekannten Planeten um die Sonne. Sie hörten die Musik der Sphären*). Bei dieser allgemeinen Vorstellung blieben die Alten stehen; Spätere bildeten sie (zur Fratze) weiter aus, indem sie den Mercur den Discant, Venus und Erde den Alt, Mars den Tenor, Jupiter und Saturn den Baß singen ließen.

Mit der Stiftung der alexandrinischen Schule, 300 Jahre vor Christi Geburt, begann unter den Griechen die wissenschaftliche Periode der Astronomie, sie wurde mathematisch behandelt, und es bildeten sich praktische Astronomen, z. B. Aristarch. Ihm und einigen Andern waren die Hauptlehren der Astronomie bekannt. Als der hervorstechendste muß (160 Jahre vor Christi Geburt) Hipparch betrachtet werden. Er führte den Gedanken aus, alle bisher bekannt gewordenen Lehren aus Beobachtungen abzuleiten, und so ist er der eigentliche Stifter der wahren Astronomie geworden. Sein Scharfsinn entdeckte das Zurückweichen der Aequinoctialpunkte, er bestimmte durch Himmelsbeobachtungen die Längen und Breiten der Oerter auf der Erde, und er erfand die ebene und sphärische Trigonometrie.

Nach ihm ist der größte Astronom des Alterthums Ptolemäus, der unter den römischen**) Kaisern Hadrian und Antonin vom Jahre 125 bis 140 nach Christi Geburt in Alexandrien Beobachtungen anstellte. Seine und seiner Vorgänger Forschungen sind in seinem berühmten Werke Almagest, d. h. dem großen Werke, wie es die Araber nannten, enthalten. Er verfertigte ein großes

---

*) Jede Bewegung in einem elastischen Fluidum erzeugt Verdichtungen und Verdünnungen — Wellen, und diese: Töne. Ist nun der Weltraum nicht leer, sondern mit dem Aether erfüllt, so dürfen wir bei dem Durchflug der Weltkörper durch ihn auf die Erzeugung von Tönen schließen, welche, zusammenklingend, das großartigste Concert erzeugen mögen. Diese Möglichkeit wird Niemand bestreiten. Es kommt nur darauf an, daß wir es hören.

**) Die Römer haben sonst auch in den Naturwissenschaften sehr wenig geleistet. In dieser Beziehung sind sie nichts weniger als klassisch. Wo sind die 12 Kometenarten, welche Plinius (in seiner historia naturalis) beschreibt, nur geblieben: die eigentlichen Kometen, die blutfarbigen — die bartförmigen — die wurfspießartigen — die degenförmigen — die scheibenförmigen — die tonnenförmigen — die gehörnten — die flammenförmigen — die mähnenförmigen — die stachlichten — die lanzenförmigen!

Archimedes verlangte einen Punkt außerhalb der Erde, um sie aus ihren Angeln zu heben. Theoretisch ist dies ganz richtig. Aber was man durch Maschinen an Kraft gewinnt, verliert man an Zeit.

„Mathematisch zu reden, kann Archimedes allerdings mit seinem Stützpunkt und Hebel die Erde aufheben — doch erst nach vierzig Millionen von Jahrhunderten ununterbrochenen Druckes wird die Verrückung kaum eine Haardicke betragen."

(Arago's sämmtl. Werke I. S. 429.) Dieser Ausspruch ist des Bedenkens werth; aber hat der Verf. nicht eine Voraussetzung, die er macht, hinzuzufügen vergessen? —

Verzeichniß von mehr als 1000 Sternen. Und er ist bis zum 15ten Jahrhundert der große Lehrer aller Astronomen gewesen. Das oben angegebene Sonnensystem trägt seinen unsterblichen Namen, unsterblich, weil er den Abschluß einer Weltansicht vollbracht, wenigstens der Nachwelt überliefert hat.

Um ein Beispiel aufzustellen, wie man vor und zu den Zeiten des Ptolemäus die Erscheinungen am Himmel erklärte, theilen wir Folgendes mit.

Man dachte sich, um die Bewegung der Planeten, die bald vorwärts, bald rückwärts laufend, bald stillstehend erschienen, zu erklären, daß sie sich in Kreisen bewegten, deren Mittelpunkt um die Erde liefe, einem Wandrer gleich, der sich in einem Reifen bewegt, dessen Centrum in einem Kreise um uns herumläuft. Ein solcher scheint, mit entfernten Gegenständen verglichen, bald gerade aus, bald zurück zu wandern, bald stille zu stehn. Einen solchen Kreis nannte man Epicykel. Aus solchen Epicykeln setzte man Sphären zusammen, die Alles erklären sollten. Man hat es mit 55 zu einem Ganzen vereinigten Kreisen versucht. Hipparch sah aber schon ein, daß man die Erde nicht in den Mittelpunkt der Kreise setzen dürfe. Ein solcher Kreis hieß ein Excenter. Auf solche Art erklärte man Haupt-Himmelserscheinungen theils durch Epicykeln, theils durch Excenter, wie dies aus Ptolemäus' Almagest zu ersehen. Ein Planet bewegte sich nämlich nicht auf dem Excenter, sondern der Mittelpunkt eines andern kleineren Kreises, in dessen Peripherie sich der Planet gleichmäßig bewegte. Diesen letzteren nannte man Epicykel, und weil der Excenter ihm zum Leiter diente, ihn fortführte, so hieß dieser Excenter auch der forttragende, fortleitende Kreis (circulus deferens). Auf solche Art erklärte man die scheinbare Recht- und Rückläufigkeit der Planeten. Aber die Annahme des Umlaufs eines Planeten um eine unsichtbare Majestät oder eigentlich einen ganz leeren Punkt reichte zur Erklärung der Erscheinungen noch nicht hin, man mußte noch einen dritten Kreis annehmen, den sogenannten Abgleicher; kurz es war „das feinste, künstlichste und dabei sonderbarste Gewebe von Scharfsinn, Spitzfindigkeit und Verblendung, auf welches der menschliche Geist je gerathen ist.“ Wenn man bedenkt, daß die Zahl der Mittel, durch welche man die Erscheinungen erklären wollte, mit der Genauigkeit der Beobachtungen wuchs, so daß die Anzahl der Sphären, in welchen man die Planeten laufen ließ, sich, wie gesagt, auf 55 belief: so begreift man nur dann die lange Herrschaft dieses Systems, wenn man die Macht der Autorität in Ueberlegung zieht, welche nicht bloß durch Jahrhunderte, sondern durch religiöse Mißverständ-

nisse geheiligt war. Aber auf den einfachen Natursinn mußte es so widerwärtig wirken, daß Alphons X. von Castilien 1252 nach Christi Geburt erklärte, er würde eine größere Einfachheit gewählt haben, wäre er bei der Schöpfung zu Rathe gezogen worden.

Das Ptolemäische System wurde während des ganzen Mittelalters in den Schulen gelehrt. Man machte in den christlichen Staaten nicht die geringsten Fortschritte. Es war die Periode der Stagnation in der Entwicklung des menschlichen Geistes eingetreten. Die Geister waren mit andern Dingen beschäftigt. Ueber dem unfruchtbaren Streit um unbegreifliche Dogmen vergaß man das Studium der sichtbaren Wunder des Allmächtigen. Die Kirchenversammlungen zu Tours und Paris im 11ten und 12ten Jahrhundert verboten den Mönchen „das sündhafte Lesen physikalischer Schriften" *). Nur unter den Arabern pflanzte sich die Wissenschaft einigermaßen fort; sie verbreiteten sie nach Europa und erhellten wenigstens zum Theil die dicke Finsterniß des Mittelalters **).

Im 15ten christlichen Jahrhundert brach der helle Tag für die Astronomie an, im 16ten stand die Sonne der Wissenschaft schon am Himmel. Copernicus führte sie herauf. Er stürzte das Ptolemäische System, und setzte das nach seinem Namen benannte, das wahre, in seine Rechte ein. Er wurde 1473 den 19. Februar zu Thorn geboren, studirte in Italien Astronomie, kehrte in sein Vaterland zurück, wurde Canonicus in Frauenburg und widmete sich hier ausschließlich seiner Lieblingswissenschaft. Er machte die wichtigsten

*) Unbegreiflich? O nein, vielmehr sehr begreiflich; die Kenntniß der Naturgesetze ist Gift für den — Aberglauben. Wer den nicht kennt, lese das lesenswerthe Buch: „Historische Denkmale des christlichen Fanatismus. Von Corvin. Leipzig, Gebauersche Buchhandlung, 1845."

**) Der Mangel richtiger Begriffe und Beobachtungen wurde „noch durch eine besondere moralische Eigenschaft in dem Charakter jener Zeiten (des Mittelalters) vergrößert: durch eine sclavische Feigheit des Denkvermögens auf der einen Seite, das nicht umhin konnte, sich nach einer höhern intellectuellen Macht umzusehen, und durch Unverträglichkeit alles Widerspruchs auf der andern Seite. Dazu kam noch eine eigene Art von enthusiastischer Stimmung, die, einmal in die Untersuchung eingeführt, alle geistigen Operationen gewissen ganz verdreheten und illusorischen Ideen unterzuordnen strebt. — Mancher Kirchenvater erklärte alle Wissenschaften für eitel und nichtig. „Ist es möglich," fragt Lactantius im 4ten Jahrhundert, „daß Menschen so albern sein können, zu glauben, daß auf der andern Seite der Erde das Getreide und die Bäume mit ihrer Spitze abwärts hangen und daß dort die Menschen ihre Füße höher als ihre Köpfe haben sollen?" (Whewell, Geschichte der inductiven Wissenschaften. Theil I. S. 202, 227.) In unsern Tagen erleben wir die Erscheinung der Revenants. Der „kirchliche Schulfreund" in Kurhessen erklärt den „Anschauungsunterricht" für gefährlich, weil dadurch das Jenseits zu kurz komme. Die dieser Ansicht zu Grunde liegende Maxime hat ein Mann des „Rauhen Hauses" empfohlen, mit den Worten: „Was ich sehe, das sehe ich nicht; was ich nicht sehe, das sehe ich (mit den Glaubensaugen)." —

Entdeckungen, verwarf die künstliche Weise, in welcher Ptolemäus die Bewegungen zu erklären versucht hatte, entdeckte die wahren Bewegungen und legte sie in einem Werke über die Umdrehung der Himmelskörper nieder, das 1543 in Nürnberg erschien, dessen Erscheinung er aber nur wenige Tage überlebte; er starb den 24. Mai 1543. Die Vorsehung hatte es weise gelenkt; der große Mann*) wäre sonst ein Gegenstand der eifrigsten Verfolgung geworden**).

---

*) Du dreimal weiser Geist, du mehr als großer Mann,
Dem nicht die Nacht der Zeit, die Alles fesseln kann,
Dem nicht der herbe Neid die Sinne hat gebunden,
Die Sinne, die den Lauf der Erde neu gefunden.
Der du der Alten Traum und Dünkel widerlegt,
Und recht uns dargethan, was lebt und was sich regt:
Schau, jetzo blüht dein Ruhm, den, als auf einem Wagen,
Der Kreis, auf dem wir sind, muß um die Sonne tragen.
Wenn dies, was irdisch ist, wird mit der Zeit vergeh'n,
Soll dein Lob unbewegt mit deiner Sonne steh'n.
(A. Gryphius.)

**) Leicht begreift sich die Schwere dieses Kampfes, in welchen er bei längerem Leben gerathen wäre. Das Ptolemäische System hatte 15 Jahrhunderte bestanden, es war in allen Schulen gelehrt worden, die Kirche hatte es adoptirt, ja fand es in dem heiligen Buche begründet. Die neue Lehre hatte also nicht bloß den allgemeinen Glauben, sondern die Autorität und, was mehr bedeuten will, die Macht der Priester gegen sich. Dazu kam, daß Copernicus selbst einer der Ihrigen (ein Canonicus), folglich ein doppelt Abtrünniger, ein Apostat und Bibelleugner war. Aber — und das ist das Erhebende, weil Erhabene, der Erscheinung: die Ueberzeugung ist in urkräftigen Menschen mächtiger als die Gewalt aller Hindernisse, selbst wenn sie sich zusammen verschwören. Die Wahrheit behält zuletzt den Sieg. Jede neue Wahrheit muß aber zum Kampf gerüstet sein; das Alte erblickt in dem Neuen einen Feind und sucht ihn niederzuhalten. „Zwar spricht man", sagt Lamont, „von der Welt als einer gelehrten Republik, wo Jeder gleiche Rechte genießt, Jedem die Freiheit zukommt, seine Ansichten mitzutheilen; wie wenig aber diese imaginäre Freiheit vor Unannehmlichkeiten und Verfolgung sichert, wie häufig Persönlichkeit, Religion, Politik in gelehrte Verhältnisse hineingezogen werden, dafür liefert die Geschichte aller Jahrhunderte Beweise genug." Das Schicksal Galilei's ist einer derselben. Copernicus starb zu glücklicher Stunde. Was er zu erwarten gehabt hätte, geht aus dem einen Umstande hervor, daß man seine Lehre durch einen öffentlichen Possenreißer verhöhnen ließ. Die Kleriker nämlich veranlaßten es, daß Copernicus auf die Bühne gebracht und lächerlich gemacht wurde. Selbst der sanfte, sonst so versöhnliche Melanchthon schrieb an einen seiner Freunde, daß man die Obrigkeit bewegen müsse, eine so böse und gottlose Meinung mit allen ihr zu Gebot stehenden Mitteln zu unterdrücken. Um dieses zu begreifen, müssen wir bedenken, daß Copernicus nicht bloß wissenschaftlichen Autoritäten gegenübertrat, sondern zugleich einem Glauben, der, durch die Kirche geheiligt, nach allen Seiten hin mit dem Gemüthe und der Vorstellungsweise aller Einzelnen verwachsen war. Es handelte sich hier nicht bloß um die Einführung einer neuen astronomischen Hypothese, sondern es galt einen Kampf mit der bisherigen Denkweise überhaupt. Wie sollten wir uns daher über die Angriffe wundern, die das System des Copernicus von allen Seiten erfahren mußte! Wie unwiderstehlich oder unaufhaltbar aber der Fortschritt ist; wie vergeblich das Stemmen gegen die Ausbreitung der ermittelten Wahrheit: von dieser erfreulichen Ueberzeugung lieferte vor einigen Jahren, wie oben angegeben worden,

Er, der Mann des freien Geistes, wie Kepler ihn nennt, was, wie er hinzufügt, mehr bedeutet, als ein Mann von höchstem Genie zu sein, lehrte nicht nur das Stillestehen der Sonne und die Bewegung der Erde, sondern bewies sie. „Durch keine andere Anordnung", sagt er begeistert, „habe ich eine so bewundernswürdige Symmetrie des Universums*), eine so harmonische Verbindung der Bahnen finden können, als da ich die Weltleuchte, die Sonne, die ganze Familie der kreisenden Gestirne lenkend, wie in die Mitte des schönen Naturtempels, auf einen königlichen Thron gesetzt." Aus dem Buche Josua aber folgerte man, daß sie sich bewege**). Des Copernicus Lehre war folglich eine unverzeihliche Ketzerei. Jetzt aber erhebt seine Statue frei ihr Haupt zum Himmel empor***).

„Die Ausbreitung seines Namens und Ruhmes wird — sagt Lichtenberg in seiner Biographie des Copernicus (Verm. Schriften, Göttingen 1803, 6ter Band) — so lange die Welt steht, immer gleichen Schritt halten mit der von Cultur und Humanität; hingegen Barbarei, Aberglaube und Religion- und Vernunft-schändender Gewissenszwang herrschen, wo man ihn entweder gar nicht kennt, oder verkennt und verkennen muß."

Er war (wie derselbe Mann sagt) der Entdecker eines neuen Testamentes der Astronomie. „Mit ihm fing ein neuer Himmel und eine neue Erde — eine neue Astronomie an, die nun ihren Gang majestätisch fortsetzte. Denn so lange die Erde stille

---

der Kölner Dom den Beweis, indem in diesem Prachtbau des deutschen Katholicismus der Foucault'sche Beweis der Umdrehung der Erde darzustellen gestattet war. —

*) Herder bemerkt von Copernicus, daß in ihm das Gefühl für Symmetrie und Harmonie der Leitstern war, der ihn die Gesetze des Weltalls finden ließ. Copernicus selbst fragt: „Soll das Weltgebäude ein Riß sein, wo Hand, Fuß, Auge, Haupt, Herz, alle Glieder, zwar einzeln, jedes für sich genommen, schön und hold sind, alle zusammen aber ein Ungeheuer, kein Ganzes? Wer zeichnet, welcher Baumeister entwirft so? Und Gott soll unsre Sonnen und Erden also entworfen haben?"

**) Hinz. „Herr Küster, wie, was sagt er da, wir sollten um die Sonn' uns dreh'n?
Hieß dort nicht Josua in ihrem Lauf sie stille steh'n?"
Kunz. Das ist's ja, was ich sagen will, seit jenem Tage steht sie still.
Den möcht' ich seh'n, der aus der Schrift bewies,
Daß er sie wieder laufen ließ."
Kästner.

***) Sein Denkmal in Thorn trägt die Inschrift: terrae motor, solis stator (Entdecker der Bewegung der Erde und des Stillstands der Sonne).

stand, stand alle wahre Astronomie still und mußte stille stehen; so wie aber der Mann erschien, der die Sonne stille stehen hieß und denkende Menschen von der Bewegung der Erde überzeugte, in dem Augenblicke fing auch die Astronomie an fortzuschreiten. Die Ruhe der Erde drückte diese Wissenschaft, wie ein verborgenes Uebel den Körper des Menschen; alles Wachsthum hörte auf, und alle Mittel, die man anwandte, mußten das Uebel vergrößern." Er hat nicht die ganze neue Astronomie geschaffen, aber den Grundstein zu dem Gebäude gelegt, „den wichtigsten Schritt zur gänzlichen Zerstörung des mehr als tausendjährigen geheiligten Irrthums gethan." Auch er, der große Mann, irrte und strauchelte in einigen Punkten — woraus man lernen kann, daß man auf die Autorität keines Sterblichen schwören soll.

Nach Copernicus zeichnete sich Tycho (de Brahe, geboren 1546) durch treffliche Beobachtungen*), die er auf einer Sternwarte bei Kopenhagen anstellte, aus**). Er bahnte dem großen deutschen Astronomen Kepler, geboren 1571 zu Wiel in Württemberg, den Weg zu seinen großen Entdeckungen, die er unter Hunger

---

*) Das Zählen der Pendelschläge der Uhr und das Ablesen der Theilungen eines Instruments macht noch lange keinen Beobachter.

**) Von dem nach Tycho benannten Sonnensystem braucht nicht die Rede zu sein. Er sucht die Ptolemäische und Copernicanische Weltansicht mit einander zu vermitteln. Er ließ die Sonne um die Erde laufen (Ptolemäisch), um die Sonne aber die übrigen Planeten (Copernicanisch). Dieser Versuch hatte das Schicksal aller Vermittlungen zwischen Gegensätzen, von denen nur einer wahr sein kann. Es war ein momentaner Rückschritt, eine Reaction, und Tycho der Julianus Apostata des wahren Sonnensystems. Der Fortschritt konnte, nachdem einmal die Basis desselben feststand, dadurch zwar wohl verzögert, aber nicht bleibend aufgehalten werden. Das System Tycho's wurde daher bald vergessen. Er wollte den wissenschaftlichen Forschungen (der Vernunft) und zugleich den Dekreten der Kirche (der Autorität) genügen. Ein Fiasko war daher ein nothwendiges Resultat. Im Uebrigen aber war er zu dem Ausspruche, den er vor seinem Tode that, berechtigt: „Ich habe nicht umsonst gelebt." Er starb 1601. — Nur als Curiosa verdienen folgende drei Ereignisse aus der neuesten Zeit einer Erwähnung: Hr. Dr. Richers suchte 1852 in dem „evangelischen Vereine" zu beweisen, daß aller Abfall von Gott, Kirche und Christenthum von den Naturwissenschaften herrühre; 1853 „bewies" daselbst Hr. Dr. Schöpffer in öffentlichen Vorlesungen, daß die Erde still stehe ꝛc., und 1858 bewies der gelehrte Dr. der Theologie Frantz in Sangerhausen in einem eigenen Werke dasselbe. — Der irische Bischof Mac Cullen fährt fort, die Lehre von der Bewegung der Erde „als teuflische Lehre" zu verdammen. — A. v. Humboldt erwähnt eines Kirchenfürsten, welcher in diesem Jahrhundert behauptete, die Meteorsteine hätten deswegen eine glasige Oberfläche, weil sie durch das glasige Himmelsgewölbe durchgeschlagen seien. — Ein Engländer suchte dagegen die Richtigkeit des Copernicanischen Weltsystems darzuthun. Er fing mit dem Satze an: „Wir Alle wissen, daß die Hölle im Mittelpunkte der Erde ist." (Airy, S. 74.) — Unsre buchstabengläubigsten Theologen machen nachgerade der unwiderleglichen Wissenschaft die Concession, daß sie den Christen erlauben, die Erde um die Sonne laufen zu lassen. —

und Kummer machte*). Er ist als der zweite Märtyrer der neuen himmlischen Wahrheit zu betrachten, nachdem als erster derselben der Mathematiker und Astronom und „der größte aller Ketzer", Giordano Bruno, im Jahre 1600 von der Inquisition in Rom verbrannt worden war.

Sein Zeitgenosse war Galileo Galilei, geboren 1564 zu Pisa, der dritte Märtyrer des Copernicanischen Systems. Ein neuerer Geschichtsforscher hat den Beweis geliefert, daß er, der 70jährige Greis, auf eine Anklage von Seiten der Jesuiten, in den Kerkern der Inquisition zu Rom wegen „seiner ketzerischen Lehren" gefoltert wurde**). Halb erblindet und unheilbar erkrankt wurde der 70jährige Greis daraus entlassen, nachdem er seine Irrthümer, besonders das Copernicanische System, knieend abgeschworen hatte***), während

---

*) „So hoch ist noch kein Sterblicher gestiegen,
Als Kepler stieg, und — starb den Hungertod.
Er wußte nur die Geister zu vergnügen,
Drum ließen ihn die Körper ohne Brot."
Kästner.

**) „Es war" — sagt Mädler (Astronom. Briefe, S. 446) — „jene von Manchem zurückgewünschte Zeit, wo eine althergebrachte theologische Exegese in stolzer Ruhe sich breit machen durfte, ungenirt vom Copernicanischen Weltsystem wie von geologischen Forschungen; wo Alchymie ihre Zauberkreise auf einem Felde zog, das die Chemie noch nicht in Besitz genommen hatte; wo Astrologie der Deckmantel war, unter dem die schüchterne Himmelsforschung sich verbarg; wo jedes fremde Land für ein Land der Wunder galt, und Niemand sich verrechnete, der auf die Leichtgläubigkeit und Curiositätensucht der Masse speculirte." — „Die Menschenklasse" — „durch die die Vernunft so oft in Inquisition genommen ward, sieht sich nun endlich, umgekehrt, mit ihrem erbärmlichen Proceß vor das Inquisitionsgericht der Vernunft gezogen. Ketten und finstere Kerker werden freilich am Ende ihre Strafe da nicht sein; aber dafür immer ein für sie lästiges Stück Arbeit — die Pflicht, weiser zu werden."

***) Galilei's berühmt gewordenes Wort: e pur se muove („und sie bewegt sich doch") ist durch ein edles Bild des Malers Fr. Reichert (Galilei vor der römischen Inquisition) plastisch für das Auge dargestellt worden."
Die auf Befehl seiner Heiligkeit des Papstes und ihrer Eminenzen der Kardinäle niedergesetzte Commission brandmarkte die Lehren des Copernicus und des Galilei durch folgende Aussprüche: 1) die Behauptung, daß die Sonne im Centrum des Weltalls stehe, sei absurd, philosophisch falsch und formelle Ketzerei; 2) daß die Erde sich bewege und zwar täglich, sei ebenfalls absurd, philosophisch falsch und, theologisch betrachtet, wenigstens irrig im Glauben. Nach diesen Grundsätzen war es nicht nur eine consequente, sondern eine schonende Maaßregel, den Galilei zur Einkerkerung zu verurtheilen und ihm aufzugeben, wöchentlich einmal die 7 Bußpsalmen herzubeten. — In ähnlicher Weise wie Galilei wurde der bayerische Bischof Vergilius vom heiligen Bonifaz als Ketzer verschrieen, und auf dessen Denunciation verfügte der heilige Vater: „Den Philosophen Vergilius sollst du aus der Kirche vertreiben und ihn des Priesterthums entsetzen, wenn er sich zu jener verkehrten Lehre (der Existenz von Gegenfüßlern) bekennt." — Der Anfang der dem Galilei abgezwungenen Abschwörungsformel lautet: „Ich Galileo Galilei, persönlich vor Gericht gefordert; vor Euch, hochwürdigste Eminenzen, Cardinäle, Generalinquisitoren gegen die ketzerische Bos-

(wie Lichtenberg sagt) die Erde mit ihm und seinen Richtern in ihrer Bahn dahinrollte, und endlich ward er mit der Verbannung nach Arcetri „begnadigt", wo er sich bis zu seinem Ende der treuen Liebe und Pflege seines Schülers Viviani erfreute*). Er er=

---

heit, knieend und das heil. Evangelium mit meinen Händen berührend, ich schwöre, daß ich immer geglaubt habe und jetzt glaube und auch in Zukunft mit Gottes Hülfe glauben werde Alles, was die heilige katholische und römisch=apostolische Kirche annimmt, lehrt und predigt. Weil nun dieses heilige Officium mir von Rechtswegen befohlen hat, vollständig die ketzerische Meinung aufzugeben, nach welcher die Sonne, nicht aber die Erde der Mittelpunkt der Welt" 2c. —

„Giebt es" — fragt Arago — „etwas Herabwürdigenderes als die Verpflichtung, welche man dem unsterblichen Greise auferlegte, falsch zu schwören und in den ehrwürdigsten Formen, die man finden kann, zu erklären, daß er eine Lehre für falsch hielt, deren Wahrheit tiefe Studien ihm bewiesen hatten. Es ist keine grausamere materielle Tortur denkbar, als jene moralische" 2c. — Gegen die für heilig erachteten oder damit in Verbindung stehenden Dinge und Vorstellungen loszugehen ist zu allen Zeiten ein gefährliches Wagniß gewesen. Im Alterthum wurde z. B. die Zahl sieben für eine heilige Zahl erachtet, welche geheimnißvolle Eigenschaften besitze und der Gegenstand eines religiösen Cultus war. Sicherlich hätte man es in Aegypten, Griechenland und Rom nicht ungestraft wagen dürfen, diese Eigenschaften anzuzweifeln, was eben so viel gewesen wäre, als wenn man die Existenz von mehr als 7 Planeten hätte behaupten wollen — ein Attentat gegen die heilige Sieben, dessen Bestrafung mit dem Tode gewiß nicht für zu hart erachtet worden wäre. —

*) Obige Namen erinnern den Literatur=kundigen Leser gewiß an einen der schönsten Aufsätze, die je geschrieben worden sind, an Engel's „Traum des Galilei". Ich wollte denselben am Ende dieses Buches abdrucken lassen, mit folgenden Vorbemerkungen.

Wir stehen am Schlusse unserer Belehrungen. Ist es zugleich der Schluß der Betrachtungen? Hört mit der klaren Erkenntniß auch die Entstehung oder Bewegung der Ideen, Gedanken, Empfindungen, Ahnungen auf? Oder beginnt da die Thätigkeit der Phantasie, wo die des Verstandes aufhört? Hat der Lehrer, der gewissenhaft nur von dem sprach, was er wußte, dadurch zugleich den Geist, das Gemüth, die Empfindung 2c. zum Weiteren angeregt? — Ich kann es nicht wissen, was der Lehrer dazu sagt; ich weiß es nicht, ob hier und da während der Entwicklung der Sache, besonders am Schlusse, sich eine neue Reihe von Betrachtungen ihm eröffnet hat, worüber sich viel sagen ließe, was aber freilich mehr in das Gebiet des subjectiven Meinens, als des objectiven Erkennens gehört, weshalb darüber auch aus guten Gründen Angesichts des Publikums gern geschwiegen wird. Meist sind es Fragen, die wohl einem Jeden entgegen treten, über die der Eine mehr weiß, oder zu wissen glaubt, als der Andere. Ich fühle mich gedrungen, davon auch zu schweigen, wenigstens keine Antworten zu versuchen; aber einige dieser Fragen will ich hersetzen, um mit einer Antwort eines besseren Mannes zu schließen.

Wo ist Anfang, Mitte, Grenze des Weltalls, wo steht der „Markstein der Schöpfung?" Besteht es aus einzelnen, abgegrenzten Theilen, oder bilden sie eine höhere, organische Einheit, und wie heißt die Centralkraft, die sie regiert? Ist unsre Erde ein Bild der übrigen Weltkörper, der andern Planeten, Kometen, Sonnen? Sind auch sie von lebendigen, vernünftigen Wesen bewohnt? Welches ist der Endzweck ihres Daseins, Lebens und Wirkens? Wo kommen sie her, wo gehen sie hin? Ist die sichtbare Welt die ganze Welt, oder ist hinter dem Sichtbaren, jenseits desselben oder in demselben, noch etwas Anderes? Wird dem menschlichen Geist einst die Anschauung des in den Räumen des sichtbaren

fand, gleichzeitig mit dem Brillenhändler Jansen in Middelburg in Holland, die Fernröhre, entdeckte die Berge im Monde, die Trabanten des Jupiter (nach Herschel die Anhaltspunkte aller Copernicaner), die Flecken der Sonne, die Phasen der Venus 2c. *).

Himmels Vorhandenen werden, wird sich ihm einst das geheimnißvolle Innere, das Woher, das Wohin, das Warum und Wozu erschließen? — Wie viel Fragen ließen sich leicht beifügen, Fragen, die sich Jedem aufdrängen, auf die aber noch kein Sterblicher eine Allen genügende Antwort zu geben gewußt hat! — Genug auch hier schon der Worte *). „Worte sind gut; sie sind aber nicht das Beste. Das Beste wird nicht klar durch Worte.“ Wer möchte es auskramen, wenn man auch von diesem Besten Etwas besitzen sollte!

Statt der eignen Worte dürfte hier der berühmte „Traum des Galilei“ von Engel („Der Philosoph für die Welt“, wohlf. Ausg., Berlin 1853. 5 Sgr.), in dem Geist und Gemüth sich in hoher Vollkommenheit durchdringen, folgen. Aber er würde zu viel Raum wegnehmen. Er sei Jedem, der ihn noch nicht kennen sollte, bestens empfohlen! Nur einige der erhabenen Worte des edlen Galilei setze ich her!

„Durch diese ganze zahllose Mannigfaltigkeit von Wesen hindurch herrscht, bis zum kleinsten Atom herab, unverbrüchliche Ordnung; ewige Gesetze stimmen Alles von Himmel zu Himmel und von Sonne zu Sonne und von Erde zu Erde in entzückende Harmonie; unergründlich ist für den unsterblichen Weisen in die Ewigkeit aller Ewigkeiten der Stoff zur Betrachtung und unerschöpflich der Quell seiner Seligkeiten.“ **) — „Jede hier durcharbeitete mühevolle Stunde wird dort fruchtbar an Glückseligkeit, an einer Glückseligkeit, die der nie fühlen kann, der leer an Erkenntniß in jene Welt tritt. Und darum will ich nie, Viviani, auch nicht in diesem zitternden Alter, aufhören, nach Wahrheit zu forschen. Denn wer sie hier suchte, dem blüht dort Freude hervor, wo er nur hinblickt, aus jeder bestätigten Einsicht, aus jedem vernichteten Zweifel, aus jedem enthüllten Geheimniß, aus jedem verschwindenden Irrthum.“

*) Mehr von dem, was ich oben andeutete, mehr von subjectiven Betrachtungen, Gedanken 2c. findet der Freund derselben in dem jedenfalls mit Kritik zu lesenden Werke:

„Das Weltgebäude und die Erde und die Zeiten des Menschen auf der Erde von Dr. G. H. von Schubert, Hofr. u. Prof. in München. Erlangen, 1852, Palm und Encke. (Geh. 762 S. gr. 8. 2 Thlr. 24 Sgr.) — Nach Kurtz muß sich der theistische Glaube (der Bibelglaube) „unbedingt für die Endlichkeit und Begrenztheit der Kreatur nach Raum und Zeit, mag man ihre Grenzen auch noch so weit ausdehnen, entscheiden; der pantheistische Glaube dagegen wird sich eben so bestimmt für die Unendlichkeit des Raumes und der Zeit entscheiden müssen.“ (?)

Bibel und Astronomie, 4te Aufl. Berlin 1858, S. 332.

**) Und worin bestanden sie, welche Galilei, geleitet vom Geiste des Copernicus, dort genoß? Antw.: im klaren Schauen und Erkennen dessen, was er hier dunkel geschaut und geahnet hatte, in der Betrachtung der Werke des Schöpfers. Die Seligkeit des Menschen, als eines Geistes, besteht in der Erkenntniß des Wahren, und demnächst — in der Uebung des Guten.

*) Daß die Fernröhre seitdem außerordentlich verbessert, auch ganz neue Arten erfunden worden sind, versteht sich von selbst. Bemerkt werde hier noch, daß es bei einer Fernröhre nicht darauf ankommt, wie weit man mit ihr sehen kann (das bloße Auge sieht auch die Sterne der Milchstraße und den Nebelfleck des Orion, welche viele Billionen Meilen entfernt sind), auch nicht bloß, um viel größer, sondern vor Allem, um viel deutlicher zu sehen. Darum prüft man die Fernröhre auf Deutlichkeit und Lichtstärke. Die vergrößernde Kraft der Fernröhre darf man nicht zu weit treiben; man schadet sonst zu sehr der Deutlichkeit und Helligkeit. Gewöhnlich begnügt man sich mit 20- bis 200facher Vergrößerung. Herschel's großes Spiegelteleskop ermöglichte eine 6500fache Vergrößerung. Das neuerdings vom Grafen Rosse in der Nähe von Dublin aufgestellte Rohr leistet noch mehr. Sein Teleskop ist 54 preuß. Fuß lang, das Herschel'sche in Greenwich 37, das in Dorpat 15 Fuß lang. Jene

Alle großen Astronomen des 17ten Jahrhunderts wurden aber durch das bewunderswürdige Genie des Briten Isaak Newton (geboren 1642) übertroffen. Er ist der Schöpfer der physischen Astronomie, der Mechanik des Himmels. Kepler hatte die formellen Gesetze der Bewegung der Himmelskörper gefunden, Newton spürte die physischen (die Causalgesetze) auf. „Kepler schrieb ein Gesetzbuch, Newton den Geist der Gesetze.“ Daß die Erde sich um die Sonne drehe u. s. w., zeigte Copernicus, das Wie — Kepler, das Warum — Newton. Was die Planeten in ihren elliptischen Bahnen, die er entdeckt hatte, erhielt, wußte Kepler noch nicht. Er dachte sich einen Engel, der sich möglicher Weise in der Mitte der Sonne aufhalten könne, um die Planeten zu leiten. Newton entdeckte diesen Engel in der allgemeinen Anziehung. — Die Natur hatte ihn mit unendlichem Scharfsinn begabt. Ein fallender Apfel, „der berühmteste aller Aepfel am Baume seines Erkenntnisses“, wie Mädler sagt, machte ihn aufmerksam auf die Schwere oder die Anziehungskraft der Erde. Mit dem seltensten Genie verband er die unermüdlichste Beharrlichkeit. Als man ihn

---

können nur durch Maschinen in Bewegung gesetzt werden. Die astronomischen Fernröhre zeigen die Bilder der Gegenstände verkehrt, besser: umgedreht, das Obere unten, das Oestliche westlich ꝛc. Bei nichtastronomischen hebt man diese Umkehrung durch eine zweite wieder auf, wozu es aber eines Glases bedarf, womit ein Verlust an Licht verbunden ist. —

Eine Beschreibung der Fernröhre, die Ursachen ihrer Wirkungen und Leistungen ꝛc. hier mitzutheilen, schien nicht angemessen; der Leser würde dadurch doch keine Einsicht in die Sache gewonnen haben. Wer sie begehrt, muß sich zur Optik wenden. Aber der Lehrer versäume es nicht, dem Schüler die unermeßliche Wichtigkeit der Erfindung der Fernröhre zu vergegenwärtigen. Durch sie ist das teleskopische Sehen entstanden. Eine fortgesetzte Verbesserung der Instrumente, die zugleich Seh- und Meßwerkzeuge sind, wird uns von der Welt immer mehr bekannt machen. Die Stärkung sinnlicher Organe vermehrt die Kenntnisse und Gedanken und erhöht die intellectuelle Kraft. Von ihren Wirkungen kann man dem Anfänger etwa so eine Vorstellung geben.

Wenn eine Fernröhre eine 1000fache Vergrößerung hervorbrächte, so heißt das: einen 1000 Fuß von uns entfernten Gegenstand sehen wir dann durch das Rohr eben so, wie wir denselben Gegenstand mit unbewaffnetem Auge in der Entfernung von 1 Fuß sehen würden. Gesetzt nun, wir sähen einen Menschen, ein Pferd ꝛc. noch in einer Entfernung von 1 Meile (was auf einer Schneefläche allerdings möglich ist — ein scharfes Auge könnte jene als schwarze Punkte erblicken), so müßte das Fernrohr, wollten wir den Menschen, das Pferd ꝛc. auf der Mondoberfläche wahrnehmen, das Rohr, da der Mond 50000 Meilen entfernt ist, eine 50000fache Vergrößerung ermöglichen. Das erlauben aber unsre Instrumente nicht. Man muß sich in Betreff des Mondes mit einer 2- bis 300fachen Vergrößerung begnügen. Um einen Menschen dort zu sehen, müßten wir also die Vergrößerung ungefähr $\frac{50000}{300} = 160$mal so stark machen können, als es jetzt geschieht. — Die Nachrichten, welche ein Amerikaner vor etwa 20 Jahren über das, was John Herschel am Cap im Monde gesehen haben sollte, bekannt machte, waren eine Münchhausiade. —

fragte, auf welchem Wege er zu seinen großen Entdeckungen gekommen sei, antwortete er: „Indem ich unaufhörlich an sie dachte.“ Ein ander Mal: „Ich halte den Gegenstand der Untersuchung immerdar vor Augen, und warte geduldig ab, bis die erste Dämmerung sich allmählig in volles Licht verwandelt.“ — Was Kepler und Newton entdeckt, nennt Wieland „das Schönste, was der menschliche Geist durch Denken herausgebracht hat“, notabene: das Schönste, weil das Wahrste; dieses ist es eigentlich*). Die Schönheit des Himmels ist seine Wahrheit, seine Gesetzmäßigkeit, seine Erhabenheit. — „Newton lebte nur,“ sagt Biot, „um zu denken und zu rechnen.“ Seine Asche ruht in der Westminsterabtei in London, in der Nähe der königlichen Leichen. — Sein Name wird mit Ehrfurcht genannt werden, so lange es eine Wissenschaft giebt**).

Die nachfolgenden Gelehrten haben die Entdeckungen dieser großen Männer, ihre Theorien und Systeme, weiter ausgebildet. Die Beobachtungen erlangten durch die trefflichsten Instrumente eine beinahe unglaubliche Genauigkeit. Die Deutschen, Franzosen, Engländer und Italiener haben die größten Astronomen hervorgebracht. Die Geschichte der Wissenschaft nennt die Namen Euler, Bradley, Herschel den Vater, einen zweiten Columbus, dessen Grabschrift sagt, daß er die Schranken des Himmels durchbrochen, und Herschel den Sohn (Herschel der Vater, ein Deutscher, ein Mann von der außerordentlichsten Kraft und Vielseitigkeit: Beobachter, rechnender Astronom, Mechaniker und Optiker zugleich), La Place, Piazzi, Bode, Olbers, Gauß, Bessel, Adams, Airy, Galle, Hind, Peters, Schumacher, Encke, Hansen, Arago, Argelander, Struve, Mädler, Le Verrier u. A. mit Ehre und Ruhm. Ihrem Scharfsinn, ihren Anstrengungen und Nachtwachen***) verdanken wir die Aussicht auf einen unermeßlichen

---

*) Die holländische Uebersetzung fügt den Spruch Boileau's hinzu: Rien n'est beau que le vrai, le vrai seul est aimable. Holländisch: Niets dan het ware is schoon, het ware alleen beminlijk. —

**) Selbst die größten Männer sind indessen nicht immer vor Verirrungen gesichert. „Von Newton, der 85 Jahre alt geworden ist, wissen wir, daß er in seinem hohen Alter eine unglückselige Beschäftigung mit dem Propheten Daniel und der Offenbarung des Johannes trieb. Die Offenbarung des Johannes als Spielzeug in der Hand des Erforschers der Gesetze der Schwere!“
Moleschott, der Kreislauf des Lebens, S. 383.

***) Obige Andeutung über das Geschäft der (beobachtenden und rechnenden) Astronomen rechtfertigt die Aufnahme der folgenden Mittheilung. Für den Menschen ist nichts interessanter als das Leben der Menschen, als die Beobachtung der Art und Weise, wie sie leben.

Gewöhnlich stellt man sich das Geschäft des Astronomen und das Thun und Treiben auf einer Sternwarte als sehr poetisch vor! Lamont, Astronom

Fortschritt. Nichts ist gewisser als dieses. Seitdem die Thatsache feststeht, daß sich unser Sonnensystem, als Glied eines höheren Ganzen, in dem Weltraume fortbewegt; seitdem man erkannt hat, daß die ganze Schöpfung ein gegliedertes Vernunftreich, die einzelnen Sonnensysteme ihre Glieder sind, von welchen jedes seinen Mittelpunkt hat, indem sich alle um einen Centralschwerpunkt herum be-

in München, äußert sich darüber nach einem Besuche der Sternwarte in Greenwich bei London (in seiner „Astronomie ꝛc." Stuttgart 1851. S. 170) wie folgt: „Ich kann übrigens dem geneigten Leser versichern, daß es kein Geschäft giebt, welches weniger mit der Thätigkeit der Phantasie zu thun hat, als astronomische Beobachtungen. Wer bis spät in die Nacht an einem Mittagsrohre sitzt und einen Stern nach dem andern, wie sie in schneller Aufeinanderfolge vorüberziehen, aufzeichnet, hat seine ganze Aufmerksamkeit dieser Arbeit, wenn sie der Wissenschaft nützen soll, zuzuwenden, und wird weder Zeit noch Lust haben, sich mit Bewunderung der Pracht des gestirnten Himmels und andern daran sich knüpfenden Ideen hinzugeben. Eben so wenig bieten die Messungen, die mit Refractoren vorgenommen werden, hiezu Stoff oder Gelegenheit dar; eben so wenig die weitläuftigen astronomischen Rechnungen, wodurch man Beobachtung und Theorie in Verbindung bringt. Zur weitern Erläuterung wollen wir einen Blick in das Innere der britischen Hauptsternwarte in Greenwich werfen. Da sieht man im Rechnungszimmer den Tag hindurch, und zwar regelmäßig einen Tag wie den andern, den Astronomen mit fünf oder sechs Gehülfen, jeden in stiller Aufmerksamkeit an seinem Tische, beschäftigt; in dem daran stoßenden Beobachtungssaale erblickt man einen Assistenten am Mittagsrohre und einen zweiten am Mauerkreise, wie sie die vorgeschriebenen Beobachtungen fortsetzen, bis sie von Andern abgelöst werden; nicht weit davon im magnetischen Hause findet man wieder einen Assistenten, der die Bewegungen der Magnetnadel in regelmäßiger Abwechselung bewacht. Wer nicht wüßte, daß es sich hier um wissenschaftliche Forschung handle, würde nicht im Mindesten zweifeln, daß das Rechnungszimmer ein Comptoir sei und hier ein großes mercantilisches Geschäft bestehe. In der That ist nie ein mercantilisches Geschäft mit größerer Regelmäßigkeit und strenger eingehaltener Ordnung geführt worden, als die Greenwicher Sternwarte unter ihrem jetzigen Vorstande; von poetischer Annehmlichkeit der astronomischen Arbeiten ist wohl nicht die kleinste Spur zu bemerken." Lamont fügt hinzu: „Wenn ich der Beobachtung der Gestirne ꝛc. jede Beziehung zur Phantasie abgesprochen habe, so wollte ich damit nicht etwa sagen, daß astronomische Arbeiten keinen Reiz hätten. Ich glaube, daß es keine Wissenschaft giebt, welche mit gleicher Macht wie die Astronomie den menschlichen Geist erfaßt und gleiche Ausdauer und Anstrengung hervorruft. Die Geschichte weist eine große Menge bewunderungswürdiger Beispiele nach, wo Vortheil, Ruhe, Lebensgenuß ꝛc. von dem einmal erwählten Ziele nicht abhalten konnten. Was aber dabei den Reiz gewährt, ist nicht die Arbeit selbst, sondern die stets vor Augen schwebende Aussicht auf Ergründung der Naturgesetze und Ausdehnung des menschlichen Wissens" (nach Oersted des Vernunft- und Gottesreiches). — Es giebt übrigens drei Hauptarten der Thätigkeit des Astronomen, je nachdem derselbe vorzugsweise Beobachter, oder Rechner, oder Theoretiker ist. Der Rechner benutzt die Resultate der Beobachtung und Theorie und beweiset durch die Uebereinstimmung seiner Ergebnisse mit der beobachteten Wirklichkeit die Richtigkeit der Theorie, welche aus den Beobachtungen Schlüsse zieht und nach den Ursachen forscht. Le Verrier erspeculirte als Theoretiker den Neptun, Galle fand ihn durch Beobachtung, Andre berechneten seine Entfernung, sein Jahr ꝛc. Die populäre Astronomie hat es am wenigsten mit der rechnenden Astronomie zu thun. —

wegen; seitdem die ewige, feste Ordnung und durchgängige Gesetzmäßigkeit des Weltalls den Gedanken und die Furcht vor einem „Untergang der Welt“ (Wie und Wohin?) beseitigt hat: seitdem gehört die unendliche Entwickelung der Astronomie zu den Gewißheiten*), und seitdem ist die Hoffnung vorhanden, daß alle gegen ihre Wahrheit erhobenen Einwände für Abenteuerlichkeiten werden anerkannt werden**). Und was hängt bei dem Zusammenhange alles Wissens damit nicht zusammen? Wo giebt es nun noch Stillstand, wo Wahrheiten, die keiner Veränderung, keiner Entwicklung mehr fähig wären? Wer es noch nicht weiß, kann es hier erkennen: die Wahrheit ist (wie das sogenannte Geschaffene, d. h. das Seiende und Werdende, nichts Fertiges ist) keine fertige, absolute, sondern eine werdende; es giebt kein Sein ohne Werden, ohne Entwickelung nach Naturgesetzen***); die Menschheit befindet

---

*) „In dem wundervollen Gewebe des Organismus, in dem ewigen Treiben und Wirken der lebendigen Kräfte führt jedes tiefere Forschen an den Eingang neuer Labyrinthe. Aber gerade diese Mannigfaltigkeit unbetretener, vielverschlungener Wege erregt auf allen Stufen des Wissens freudiges Erstaunen. Jedes Naturgesetz, das sich dem Forscher offenbart, läßt auf ein höheres, noch unerkanntes schließen; denn die Natur ist das ewig Wachsende, ewig im Bilden und Entfalten Begriffene.“ Kosmos I. S. 22.

**) Sehr lehrreich ist es auch jetzt noch zu betrachten, wie sich die Buchstabengläubigen verhalten haben und verhalten, wenn eine Lehre aufkommt, die irgend einem Buchstaben einer „infallibelen Autorität“ widerspricht oder zu widersprechen scheint. Anfangs verwerfen sie die Neuerung als Gottlosigkeit ganz und gar. Wenn das nicht mehr geht, so verhunzen sie die neue Lehre, um sie, so gut es geht, mit ihrem Autoritätsglauben in Uebereinstimmung zu bringen. Geht auch das nicht mehr, so drehen sie so lange am Texte, bis ungefähr der Sinn der neuen Lehre herauskommt. Geht auch das nicht mehr, so erklären sie endlich, ihr Autoritätsbuch sei kein Handbuch der Naturwissenschaften, oder ihre Verfasser hätten sich dem Glauben des Volkes accommodirt rc. Es finden sich aber auch immer wieder Solcher, welche, trotz Vernunft und Wissenschaft, die alten Meinungen vertheidigen. Wie in der neuesten Zeit Hr. Dr. Schöpffer, so 1740 der Gymnasialrector Hensel in Hirschberg, der „aus göttlichen und natürlichen Gründen“ die Wahrheit der biblischen Grundanschauungen „bewies“, und noch 1848 behauptete Hr. Rud. Stier (Andeutungen über gläubiges Schriftverständniß, II. S. 6): „So viel bleibt gewiß und läßt sich durch keine oberflächlich behauptende (!) Astronomie widerlegen, daß in unserm Planetensystem wirklich nicht die Sonne, sondern die Erde der wahre Haupt- und Mittelkörper ist, der einst zu erhöhende Joseph, vor dem sich die andern Eilfe neigen wie alle Heere der Himmel.“

In solcher Weise entsteht ein unseliger Zwiespalt zwischen Glauben und Wissen. In der unmündigen Jugendzeit ist dem armen Menschen dies und das gesagt und als Inhalt heiligen Glaubens einexercirt worden, und später lehrt ihn die Wissenschaft das Gegentheil. Was soll er nun thun? — Der Astronom kennt diesen Zwiespalt nicht; er glaubt, was er weiß. —

***) „Die Geschichte, so weit sie durch menschliche Zeugnisse begründet ist, kennt kein Urvolk, keinen einzigen ersten Sitz der Cultur, keine Urphysik oder Naturweisheit, deren Glanz durch die sündige Barbarei späterer Jahrhunderte verdunkelt worden wäre. Der Geschichtsforscher durchbricht die vielen über

sich in ewiger Entwickelung (Evolution), wie die Erde mit der Sonne im unendlichen Weltraume fortschreitet. Glücklich der, welcher sich wenigstens der Resultate der Bemühungen der Forscher denkend bewußt werden kann!

Diese kurze Skizze schließen wir hiermit. Sie möge den Wißbegierigen reizen, sich zu größeren Werken zu wenden! Die Geschichte einer Wissenschaft ist ein Bruchstück der Geschichte der Menschheit, erfreulicher und lehrreicher als die Berichte von Staatsactionen und Schlachten. Eroberungen des menschlichen Geistes sind Eroberungen der Humanität. Zuerst aber suche man die Sache, den Inhalt, den Kern sich selbst zu erobern, dann die Geschichte dieses Kernes! Daß unter uns so viele Schwächlinge herumwandeln, ist nicht eine Folge angeborner Schwäche, sondern der Vernachlässigung der Entwicklung ihrer Anlagen und Kräfte. Wie mächtig diese durch Erkennen und Wissen — man erkennt aber nur das selbstthätig erworbene Wissen — gestärkt werden, ist Vielen bis zu dieser Stunde ein Geheimniß. Der Inhalt der Astronomie gehört zu dem unbestrittensten und, Gott Lob! unbestreitbarsten, weil festesten, darum fest machenden Wissen. Es ist göttliches und darum menschliches, menschlich-machendes, erhabenes und erhebendes Wissen. Wäre es möglich gewesen, es den Menschen vorzuenthalten, es unter dem Schutte verdumpfenden Aberglaubens auf ewig zu begraben, kein Zweifel, es wäre geschehen. Aber das Licht triumphirte über die Finsterniß, über die Unmenschlichkeit, die wirkliche Gottlosigkeit. Ohne innere Stärkung kann man es nicht erfahren, nicht denken.

In den sogenannten heidnischen Zeiten blühete die Astronomie. Niedrig stehende Hirten, wie man zu sagen pflegt, betrachteten in hellen Nächten den Himmel, lasen in der Sternenschrift und ließen sich von ihr lenken; die Weisen der Zeit verkündigten ihre Gesetze und holten die Lehren der Gottheit von dem Himmel. Merkwürdigerweise verschwand sie in dem Grade aus den Schulen*), als sie

---

einander gelagerten Nebelschichten symbolisirender Mythen, um auf den festen Boden zu gelangen, wo sich die ersten Keime menschlicher Gesittung nach natürlichen Gesetzen entwickelt haben. Im grauen Alterthume, gleichsam am äußersten Horizonte des wahrhaft historischen Wissens, erblicken wir schon gleichzeitig mehrere leuchtende Punkte, Centra der Cultur, die gegen einander strahlen; so Aegypten, auf das Wenigste fünftausend Jahre vor unsrer Zeitrechnung, Babylon, Ninive ꝛc." . Kosmos II.

*) „In den alten Klosterschulen trieb man Astronomie, weil der Gottesdienst ohne sie nicht an festen und bestimmten Tagen gefeiert werden könne." Ruhkopf, Geschichte des Schulwesens ꝛc. Bremen, 1794, S. 30. — „In ihrer Cultur (der Naturwissenschaften, bes. der Astronomie), in ihrer immer weitern Ausbreitung bis in die untersten Kreise des Volkes liegt das ein-

zur eigentlichen Wissenschaft wurde. Das alte Quadrivium rangirte sie neben Arithmetik, Geometrie und Musik. Aber nach Luther suchte man sie vergebens in den Schulen, trotz der Entdeckungen eines Copernicus, Kepler, Galilei und Newton. So lange die Astronomie zum Theil Astrologie*) war, hegte und pflegte man

zige Mittel, die Hyder (des Aberglaubens und des Mißtrauens gegen die Natur) mit Erfolg zu bekämpfen. Sie wird einst unterliegen, um nie wieder ihr Haupt zu erheben, und alsdann erst wird die Menschheit ihres Daseins wahrhaft froh werden." Mädler, astron. Briefe S. 294.

) Selbst Kepler suchte noch die Erklärung irdischer Begebenheiten und ihre Ursachen an dem Himmel, und Wallenstein hatte einen Sterndeuter in seinem Lager. Kepler sagt über den Kometen vom J. 1607: „Ich behaupte, daß Gott diesen Kometen uns hat erscheinen lassen, damit er Allen und Jeden von der Sterblichkeit des Menschen Zeugniß gebe und uns erinnere), es sei von Gott beschlossen, einen Theil der Menschen aus allen Ständen und durch verschiedene Wege des Schicksals aus dieser Welt zu entfernen; dies sei eben so gewiß, als es für jeden Einzelnen ungewiß ist; es gelte hier kein Vorrecht des Starken vor dem Schwachen und, was das Bewundernswertheste ist, kein Vorrecht des Sterndeuters vor denen, die sich von ihm ihr Schicksal verkündigen lassen." —

Die Conjunctionen der Planeten wurden schon in den ältesten Zeiten zu astrologischen Deutungen benutzt. Nach der Meinung der Chaldäer und Israeliten deutete die Conjunction des Jupiter und Saturn in der Nähe des Widder- und Wage-Punktes den Eintritt eines veränderten Weltzustandes an, und ein zugleich erscheinender Komet meldete die bevorstehende Geburt eines großen Monarchen. Von jener Zusammenkunft erwarteten die Juden die Erscheinung des Messias. Bischof Münter hält eine solche Zusammenkunft im J. 747 nach Roms Erbauung (7 Jahre vor dem Beginn unsrer Zeitrechnung, die demnach um so viel zu wenig zählen würde) für den „Stern der Weisen des Morgenlandes." Aus der seltenen Conjunction der drei Planeten Mercur, Venus und Mars im Februar 1855 würde ein Astrolog der Vorzeit einen großen Türkenkrieg verkündigt haben. Der rothe feurige Mars deutet auf den Türken, die galante Venus auf den Franzosen, der den Handel und die Industrie beschützende Mercur auf den Engländer, ihre Conjunction also auf ein Bündniß dieser Drei hin. Freilich jetzt eine Weissagung nach dem Ereigniß (vaticinium post eventum)! —

Der um die Astronomie verdiente Landgraf Wilhelm IV. von Hessen schrieb über den im J. 1572 erschienenen Stern an Peucer in Wittenberg:

„Es sei nun, wie ihm wolle, so wird die Erfahrung lehren, daß etwas sehr Merkwürdiges folgen wird. Ich habe meinen Mathematikern aufgetragen, sie sollen danach forschen. Auf die Erscheinung des Kometen im J. 339 folgte der Einfall der Gothen und die Zerstörung Roms durch Alarich. Sollte auch jener Stern Einfälle der Scythischen Völker bedeuten? Und da derselbe senkrecht (?) über dem Moskowiter Land steht und daher auch nach der Lehre der Astrologen in jenem Lande seine Kraft äußert, so würde dies zu dem, was in der Polnischen Wahl vorgeht und was die Türken betrifft, nicht übel zusammenstimmen. Was Gott gnädig abwenden und verhüten möge!" —

Aeltere Schriftsteller haben aus dem Sterne, welcher die Magier des Ostens nach Bethlehem führte, einen Kometen gemacht, „in dessen Mitte Maria mit dem Jesuskinde, von Strahlen umgeben, sichtbar war."

*) Der Komet erinnert also nur noch, zeigt nur noch an — in früheren, gläubigeren Zeitaltern verursachte er!

sie in den Schulen. Als sie Wahrheit wurde, gab man ihr den Abschied. Das ist freilich keine Ehre, aber es ist lehrreich. So soll

---

NB. Die Astronomie ist unfähig, von einem Sterne auszusagen, daß er in gleicher Richtung vor Reisenden hergehe und über einem Hause stille stehe. Man denke nur an die tägliche Drehung des Himmels! —

Whewell referirt auch mehrere Geschichten obiger Art. Z. B.: „Katharina von Medicis brachte den neugebornen Heinrich IV. von Frankreich zu dem berühmten Astronomen Nostradamus (Michael Notredame), um dem Kinde die Nativität stellen zu lassen. Der Knabe mußte nackt ausgezogen werden, wo dann der Sterndeuter den ganzen Körper untersuchte, und daraus, in Verbindung mit dem Stande der Gestirne zur Zeit der Geburt des Kindes, das künftige Schicksal des letztern voraussagte. — Nostradamus, der meist zu Salon in Frankreich gelebt hatte, starb 1566, und noch 1781 wurden seine Prophezeiungen von Rom aus verboten, weil darin der Untergang des Papstthums vorhergesagt wurde." (Whewell a. a. O. Th. I. S. 277.)

(Goethe benutzt bekanntlich obigen Wundermann in seinem „Faust". — Schiller sagt: „In deiner Brust sind deines Schicksals Sterne!")

Die Astrologie war eine der Mütter der Astronomie. Die Tochter blüht und gedeiht und man kann ihr ein ewiges Leben versprechen — die Mutter ist todt und liegt im Grabe der Historie. So wird es auch andern Müttern, welche gealtert sind, ergehen, die es versuchen, das Gedeihen ihrer naturkräftigen Töchter zu verkümmern. Die Vergangenheit darf die Gegenwart und Zukunft nicht beherrschen wollen. (Entwicklungsfreiheit! dabei bleibt es. Es ist ein Weltgesetz; Gott verkündet es durch seine Schöpfung. Was will dagegen Menschenwitz und Wahn!) —

Die Wissenschaft hat die Astrologie gestürzt. Aber darum glaube man nicht, daß damit aller Volksaberglaube vertilgt sei.

Dem guten, stillen Monde, dem treuen Begleiter der Erde, wird vom Volksglauben noch immer Allerhand aufgebürdet, wovon der Naturforscher, der Astronom, nichts weiß. Holz, bei zunehmendem Monde gefällt, fault schnell — Fleisch, dem Mondschein ausgesetzt, hält sich nicht lange — Austern darf man bei abnehmendem Monde weder fischen noch essen — Schlafende, denen der Mond auf's Bett scheint, verfallen in beängstigende Träume — den „Töchtern edler Herkunft" erscheint „der Mann im Monde" — der Bandwurm kann nur bei abnehmendem Monde abgetrieben werden und nur dann ist gut schröpfen und purgiren — wer sich das Haar bei abnehmendem Monde schneiden läßt, bekommt eine Glatze — mit dem Voll- und Neumonde (nach Hrn. Schneider in Berlin auch durch die Stellung der Planeten) ändert sich das Wetter, jetzt zum guten, jetzt zum schlechten — wenn in hellen Nächten die jungen Pflanzen erfrieren, so hat es der Mond gethan — in der Regel wird Schlimmes ihm zugetraut; Furcht knüpft sich an seine Erscheinungen und Wandlungen. (Nur Dichter und Liebende wissen davon nichts.) Der astrologische Aberglaube, daß die Stellung der Planeten bei der Geburt eines Kindes sein Schicksal bestimme oder andeute, ist verschwunden, der Mondaberglaube dauert fort. Wie man ihn bannt, weiß man; es giebt ein Radicalmittel, ein einziges, aber ein zuverlässiges: die auf sichre Erfahrung gegründete Erkenntniß. Man hatte behauptet, daß in Seehäfen zu den Zeiten der Fluth mehr Menschen stürben als zur Zeit der Ebbe. Als man sich die Mühe nahm, vollständige Listen darüber aufzustellen, zeigte sich der Ungrund dieser Meinung. Das Gleichzeitige bringt der gemeine Mann in ursachlichen Bezug (cum hoc, ergo propter hoc). Wenn keine Wolken am Himmel sind, scheint der Mond besonders hell. Diese Nächte sind den jungen Pflanzen sehr gefährlich. Aber nicht der Mondschein bringt sie zum Erfrieren, sondern der wolkenlose Himmel. Die Wärme des Erdbodens kann dann frei in den Weltraum hineinströmen. Der Mond ist an diesen und allen ähnlichen Erscheinungen durchaus unschuldig. Die Spur von Wärme,

es nicht bleiben, so ist es nicht geblieben. Der Unterricht über die Wunder Gottes gehört in jede Schule, in die unterste wie in die oberste. Von ihnen nichts zu wissen, ist ein Mangel oder ein Unglück; von ihnen nichts wissen zu wollen, eine Schande. Wer Wahrheit (die Wahrheit des 19. Jahrhunderts) sucht, hier ist sie. Was man sonst ewige, unveränderliche, absolute Wahrheit nennt, ist nur zu oft eben so zweifelhaft in seinem Ursprunge, wie bedenklich in seiner Wirkung, und veränderlich, wie der Mensch selbst.

Die Alten hüllten die ihnen bekannten Wunder des Himmels in Mysterien ein; nur die Eingeweihten wurden zu ihnen zugelassen. Im 19ten Jahrhundert giebt es keine Priester, keine Laien mehr. Jeder Denkende hat freien Zutritt zu dem innern Heiligthume; man muß sich denselben nicht wehren lassen. Man lehrt die ewigen, eigentlichen Wunder auf den Gassen*). —

Die Geschichte der Astronomie — um mit einer didactischen Bemerkung zu schließen — ist die Methode des Unter-

---

welche das Mondlicht erzeugt, wahrzunehmen, ist ein wahres Kunststück des Physikers (Melloni). Die sicherste Prophezeiung über das Wetter, das der Mond dirigiren soll, ist übrigens die: „Morgen wird das Wetter so sein, wie es übermorgen gewesen sein wird.“ — Das Resultat der Untersuchung in der Schrift: „Das Wetter und die Wetterprophezeiung von Helmes, Hannover 1858“ ist S. 210 dieses: „daß weder über Ort noch über Maas, geschweige denn über Grund und Ursache einer verschiedenen Einwirkung des Mondes auf das Wetter, je nach seinen verschiedenen Stellungen zur Erde und Sonne, irgend eine durch Thatsachen hinlänglich begründete Ansicht endgültig feststeht, daß vielmehr jene Unterschiede der Einwirkung, wenn überhaupt bemerkbar, jedenfalls so gering sind, daß bislang aus dem Inbegriffe der vielen und der so viel wirksameren andern Einflüsse, die das Wetter erfährt, ein bestimmter Theil als Wirkung des Mondes mit Sicherheit noch nicht hat ausgemittelt werden können.“ — Was für eine Bewandtniß es mit der Krankheit der sogen. „Mondsüchtigen“ hat, ist eine Sache der Physiologen und Aerzte; die Thatsachen scheinen noch nicht einmal festzustehen. So lange dieses der Fall, ist auf sichere Theorie nicht zu rechnen. Das sicherste Wissen ist das mathematische. Es gilt überall, wo Raum existirt; die Kepler'schen Gesetze gelten eben so gut auf dem Monde und auf dem Neptun, wie auf der Erde. Mathematik und Astronomie sind Weltwissenschaften. Und wie weit es die mathematische Theorie bringen kann, hat Le Verrier gezeigt; sie bedarf der Erfahrung nicht mehr. — Kein Wunder wäre es daher, wenn man in den Astronomen einigen Stolz anträfe; aber ihre Wissenschaft, wie die Naturforschung überhaupt, tödtet die menschlichen Erbärmlichkeiten. Soll etwa darum die Wissenschaft „umkehren“?

*) — — Der Wunder höchstes ist,
Daß uns die wahren, ächten Wunder so
Alltäglich werden können, werden sollen.
Ohn' dieses allgemeine Wunder hätte
Ein Denkender wohl schwerlich Wunder je
Genannt, was Kindern bloß so heißen müßte,
Die gaffend nur das Ungewöhnlichste,
Das Neuste nur verfolgen. Lessing im Nathan.

richts*). Wie jene in drei Perioden zerfällt, so hat diese drei Lehrgänge oder Stufen:

die Ptolemäische oder Vorcopernicanische entspricht dem elementaren Anschauungsunterricht, liefert wissenschaftlich die sphärische Astronomie; die Copernicanische erzeugt den rationalen Unterricht und den theoretischen Theil der Wissenschaft; die Newton'sche erzeugt den abschließenden systematischen Unterricht über die Gesetze und deren Ursachen, die physische Astronomie. Den Schluß bildet die Belehrung über die physische Beschaffenheit der Weltkörper — das „Zuckerbrot der Astronomie."

Noch wollen wir die wichtigsten astronomischen Entdeckungen der neueren Zeit chronologisch zusammenstellen:

Aufstellung des richtigen Weltsystems (Copernicus) . . .	1543
Rotation der Sonne (Galilei)	1610
Die Monde des Jupiter (Galilei)	1610
Die Lichtgestalten der Venus (Galilei)	1611
Kepler's Gesetze (Galilei)	1619
Erklärung der Phänomene der Saturnringe (Cassini) . . .	1659
Rotation der Venus und des Mars (Cassini)	1666
Geschwindigkeit des Lichtes (Römer)	1675
Allgemeine Attraction (Newton)	1682
Aberration des Lichtes (Bradley)	1728
Messung mehrerer Gradbogen durch französische Akademiker	1744
Entdeckung des Uranus (Herschel)	1781
Entdeckung der Ceres (Piazzi)	1801
Entdeckung der gasförmigen Umhüllung der Sonne (Arago)	1811
Entdeckung des Schwarms der Planetoiden (Arago) . .	1845 ff.
Entdeckung des Neptun (le Verrier und Galle)	1846.

Wer könnte noch daran zweifeln, daß der menschlichen Forschung keine Grenzen gesteckt sind? „Selbst für diejenigen" — mit dieser Bemerkung schließt Arago seine „Populäre Astronomie in 4 (dicken) Bänden" —, „welche jede Entdeckung nur nach ihrem directen Nutzen beurtheilen, wird die Astronomie immer die edler Austrengungen und der unermüdlichen Anwendung der menschlichen Intelligenz am meisten würdige Wissenschaft bleiben." —

*) Nicht etwa deßwegen, weil die geschichtliche Entwicklung einer Wissenschaft überhaupt die Norm für den Lehrgang des Unterrichts abgäbe, sondern weil die Art der innern Entwicklung der Begriffe in der Astronomie mit ihrer Geschichte übereinstimmt Nicht darum, weil Ptolemäus früher gelebt hat als Copernicus, muß der Schüler erst Ptolemäer, nachher Copernicaner werden.

Wir sind fertig. Hier und da haben wir uns — in dem Unterhause der Noten — Bemerkungen erlaubt. Der Leser möge sie für das nehmen, wofür sie gegeben werden — für subjective Meinungen. Aber wir zweifeln nicht, er wird, namentlich dann, wenn er die Geschichte der Astronomie, d. h. die natürliche Entwicklung des menschlichen Wissens von dem Weltall, überdenkt, von Betrachtungen mancherlei Art sich angesprochen fühlen. Die Geschichte der Astronomie veranschaulicht die Geschichte der menschlichen Entwicklung überhaupt. Ihre erste Stufe ist die sinnliche Wahrnehmung und der Glaube an ihre Wahrheit. Die zweite ist — durch die auf dieser Stufe den Menschen beherrschende Phantasie — das Erdichten und Ersinnen von Hypothesen, welche die für wahr gehaltenen Erscheinungen erklären sollen, aber, wie er nach und nach merkt, nicht erklären. Diese Wahrnehmung führt ihn auf die dritte Stufe des Nachdenkens, auf der er, durch Zweifel und mißlingende Versuche hin und her geworfen, so lange irlichterirt, bis es ihm, d. h. einem Heros seines Geschlechtes, gelingt, das innere Wesen der Sache zu erfassen, das Wahre zu erdenken und die Erscheinung aus demselben abzuleiten. Der Weg zur Wahrheit, den der Mensch nach der ihm anerschaffenen Wesenheit zu wandeln hat, leitet durch Meinen und Ahnen, Irren und Zweifeln hindurch; die Bahn des Erkennens führt nicht von lichter Höhe hinab, sondern zu ihr hinauf. Ehe er diese erreicht, wandelt er zwischen Finsterniß und Licht, Irren ist sein Loos, Streit und Zwiespalt ist nicht fern, auch mangelt es nicht an Anfeindung und Haß, selbst nicht an Betrug. Wem der Irrthum Nutzen bringt, der sträubt sich gegen die Annahme und Verbreitung der Wahrheit. Und wer Unwißbares zu wissen wähnt, oder vorgiebt, und ein Interesse daran hat, seinen Wahn zu verbreiten, pflegt den Mangel der Gründe durch Autorität und Anmaßung zu ersetzen. So ist es gewesen, so wird es bleiben. Aber auf rühmende Anerkennung der Geschichte kann nur der rechnen, der sich empfänglich gezeigt hat für Wahrheit und Licht. Das Licht vertreibt die Finsterniß. Was Anfangs, ja Jahrhunderte lang, unerklärbar schien, wird endlich begriffen und erklärt. Den Astronomen, wie den Naturforscher überhaupt, faßt die Ueberzeugung, daß sich jede Naturerscheinung nach Naturgesetzen ereignet, und er sieht im Geiste den Zeitpunkt voraus, wo Vieles von dem bis dahin Unerklärbaren begriffen und erklärt wird. Die naturwissenschaftliche Erklärung und das Verstehen der Erscheinungen raubt der Natur den Eindruck der Erhabenheit nicht; vielmehr erscheint sie dem denkenden Menschen eben wegen ihrer durchgängigen Gesetzlichkeit als das erhabenste Werk, dessen Urheber sich verborgen halten kann, ohne besorgen zu müssen, daß eine vernünftige Kreatur dadurch abgehalten werde, die Größe des Werkes zu fassen. Wer sich vor der Natur und ihrer unwandelbaren Gesetzmäßigkeit fürchtet oder von dieser Kenntniß und Erkenntniß für etwas Anderes, das er für werthvoll erachtet, fürchtet, kennt weder die Natur, noch ihren Urheber, der dem Astronomen, dem Naturforscher durch Forschung nicht verloren geht. Das Göttliche ver-

schwindet ihm nicht; aber er unterscheidet, wo es zu finden ist, und wo nicht. Dem Phantasten scheint alles feste Wissen bedenklich; der Astronom (der Naturforscher) glaubt, was er weiß. Er verwirft deßwegen nicht, was er nicht weiß; aber er charakterisirt sich von dem Schwärmer dadurch, daß er sich nicht nur seines Wissens, sondern auch seiner Unwissenheit und der Gründe derselben bewußt ist. Allüberall aber strebt er, wie jeder charakterfeste Mann, nach festem, sicherem Erkennen; eben darum kennt er die Grenzen des menschlichen Wissens und — die Bescheidenheit.

Die Bescheidenheit! — diese edle Frucht wirklicher Erkenntniß, der Anmaßung Derer gegenüber, welche die Demuth stets im Munde führen und Andern empfehlen, während sie durch ihr Gebahren beweisen, wie weit sie von der simplen menschlichen Tugend der Bescheidenheit noch entfernt sind. Reden sie nicht von Allem auf Erden, von dem „Ysop an der Wand bis zur Ceder auf Libanon", indem sie doch weder den einen, noch die andre, noch viel weniger die dazwischen liegende unendliche Mannigfaltigkeit kennen, und vermessen sie sich nicht, den Zweck der Welt zu verstehen? Ist es nicht gerade so — um ein von Schleiden*) gebrauchtes Beispiel zu entlehnen — als wenn ein Eintagsinsect (eine Ephemere) den Einfall bekommt, das Münster in Strasburg auszumessen, damit beginnt, das Resultat der Messung vor dem Ende des Tages, der ihr Todestag ist, einer Schwester überantwortet, und so fort, bis es diesem ephemeren Geschlecht nach tausend Jahren gelungen ist, ein Fenster auszumessen, und nun die eine letzte sich vermißt, den genialen Gedanken Erwin's von Steinbach erfaßt zu haben? Oder ist der Mensch dem Weltall gegenüber in einem günstigeren Größenverhältniß als die Mücke gegen das Strasburger Münster?

Die Liebe zum sichern festen Wissen charakterisirt den Mann; denn er weiß, wie viel sein Charakter dadurch an Festigkeit gewinnt, während der schwankende Charakter sich an dem Unbestimmten und Nebulosen weidet.

Es giebt nur eine Wahrheit, d. h. alle Wahrheit stimmt mit einander überein. Nicht auf dem einen Gebiete menschlicher Erkenntniß ist wahr, was auf dem andern falsch ist. Aller Inhalt des Wissens, Glaubens und Fürwahrhaltens muß daher mit einander in Uebereinstimmung und Einklang gebracht werden. Also verlangt es die höchste Gabe des Menschen, die Vernunft. Alle wirkliche Wahrheit ist daher vernünftiger Art, und was nicht vernunftgemäß ist, ist auch nicht wahr. Der Mensch, in seiner höchsten Potenz ein vernünftiges Wesen, kann daher auf Alles verzichten, nur nicht auf seine Vernunft. Wer daher Religion und Wissenschaft mit einander in Einklang bringt, dient nicht bloß der Wissenschaft, sondern auch der Religion mit der Wahrheit. —

---

*) Studien, Leipzig 1855, S. 159.

Das astronomische Wissen gehört zum gewissensten Wissen, es ist der Vernunft gemäß; es hat seine Gültigkeit durch alle Räume des Weltalls, die Astronomie ist darum mit Recht die „Weltwissenschaft" genannt worden. Wenn Etwas, so geht es mit uns hinüber in das lichtere Jenseits. —

„Ein Leben glaub' ich, das Alles belebt,
Einen Geist, der durch alle Geister strebt,
Von allem Edlen, allem Wahren,
Von allem Großen und Wunderbaren,
Von Allem, was unsern Busen schwellt:
Ein Ideal auf dem Gipfel der Welt.

Und seh' ich die Morgensonne erwachen,
Wenn der Frühling kommt, die Gärten lachen,
Die Heerde weidet, die Schwalben bauen,
Und ich wandle dahin auf den blumigen Auen:
Dann zeigt mir der Teppich des reichen Gefildes
Das Symbolum des unendlichen Bildes.

Und ist das Abendroth spät verschwunden,
Und nah'n die stillen, die traulichen Stunden!
Und ich schaue hinaus, wie der Himmel glüht,
Wenn die Saat der Welten dem Auge blüht:
Dann fühl' ich noch mächtiger deine Spur,
Erhabener Geist, in der großen Natur."

A. v. Platen.

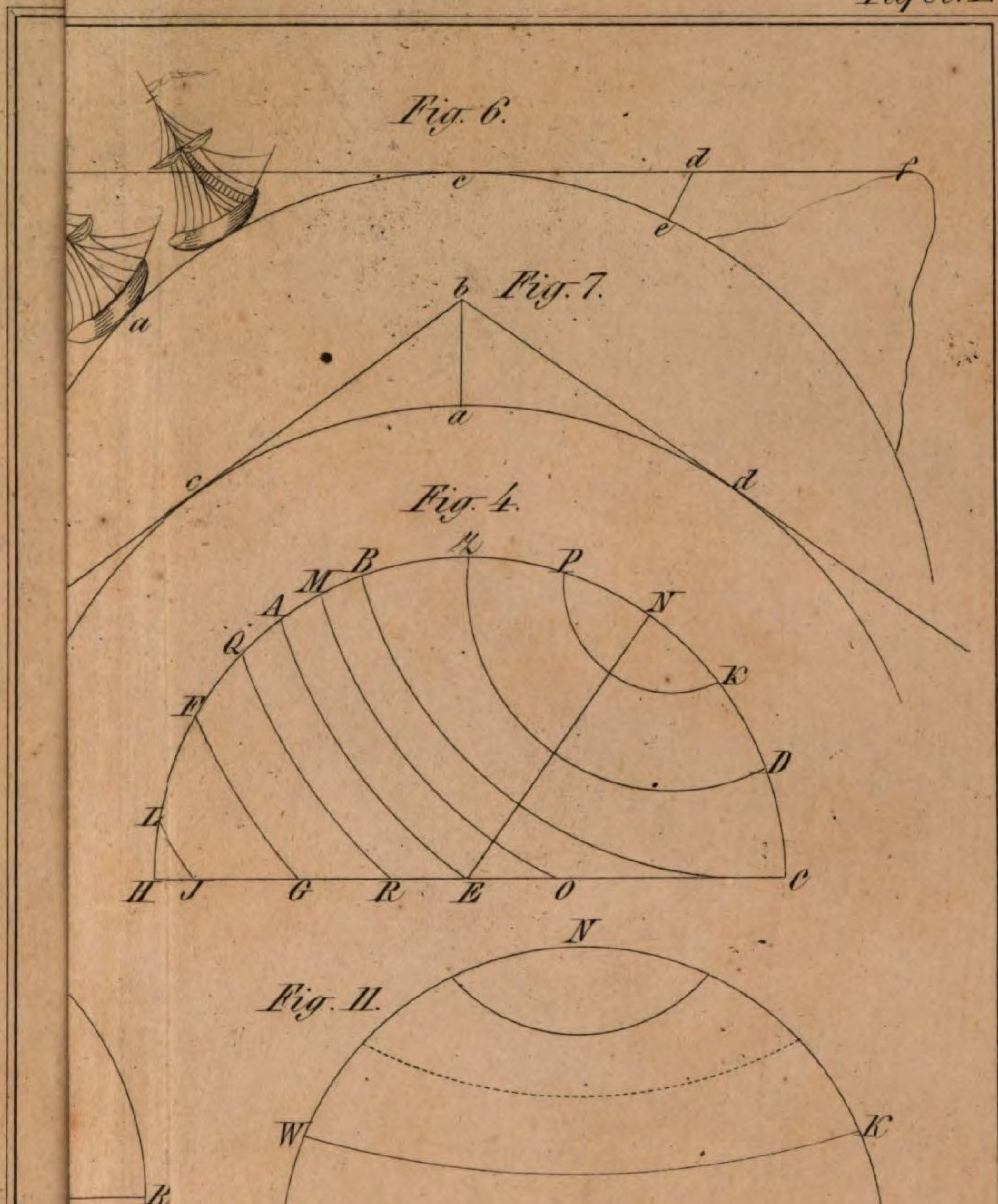
XI. Register,

zur Erleichterung des Auffindens der wesentlichsten Punkte.

(Die Ziffern bezeichnen die Seiten.)

Druck der Hofbuchdruckerei in Altenburg.
(H. A. Pierer.)

Tafel. I.



Gebr. Jättnig sc.

Fig. 20.

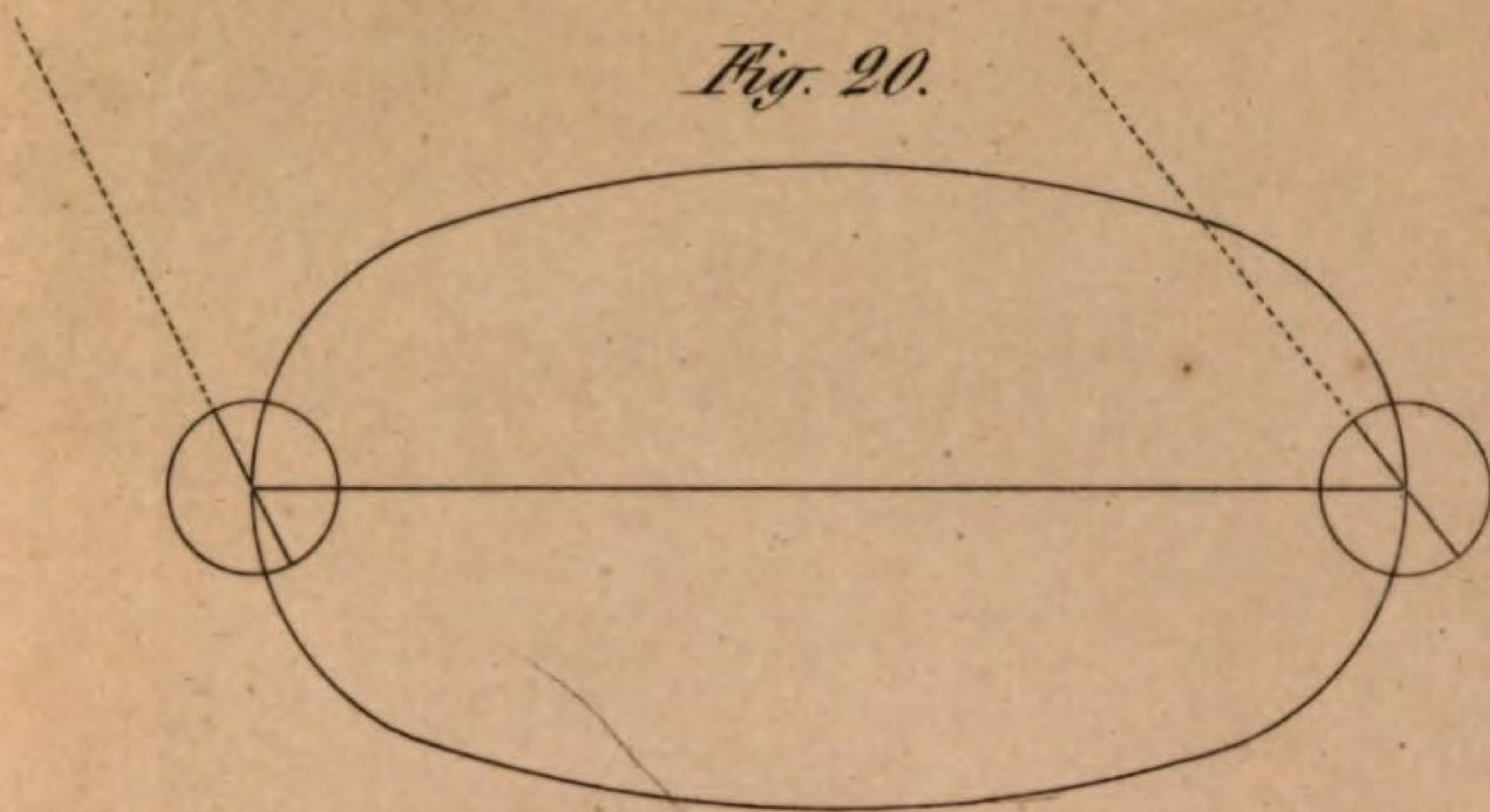


Fig. 18.

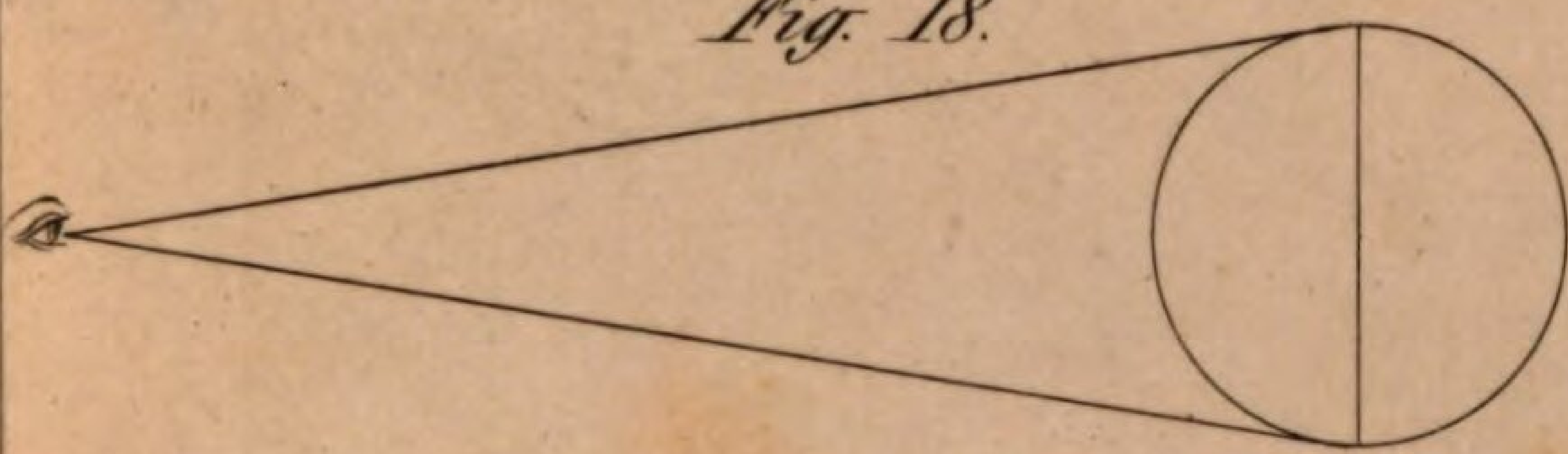
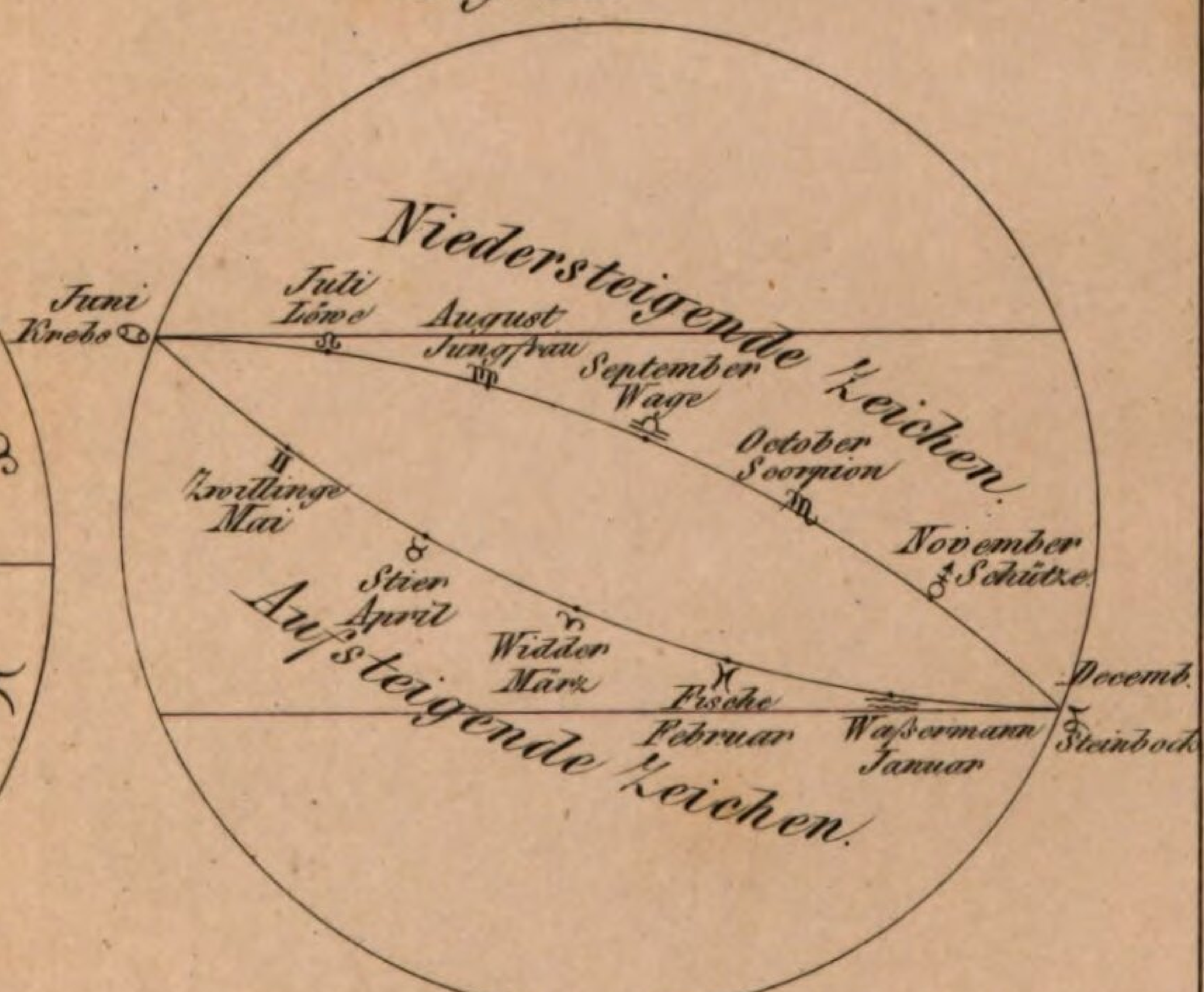
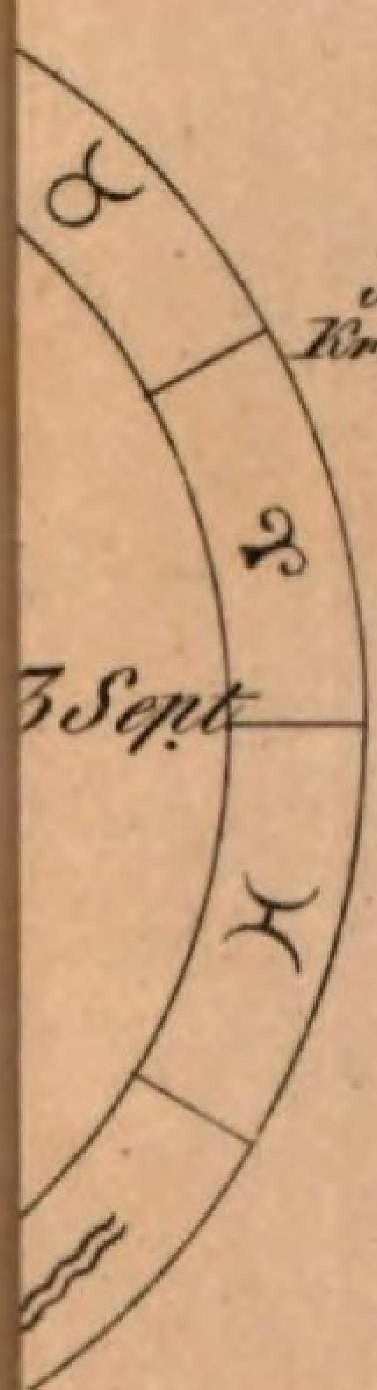


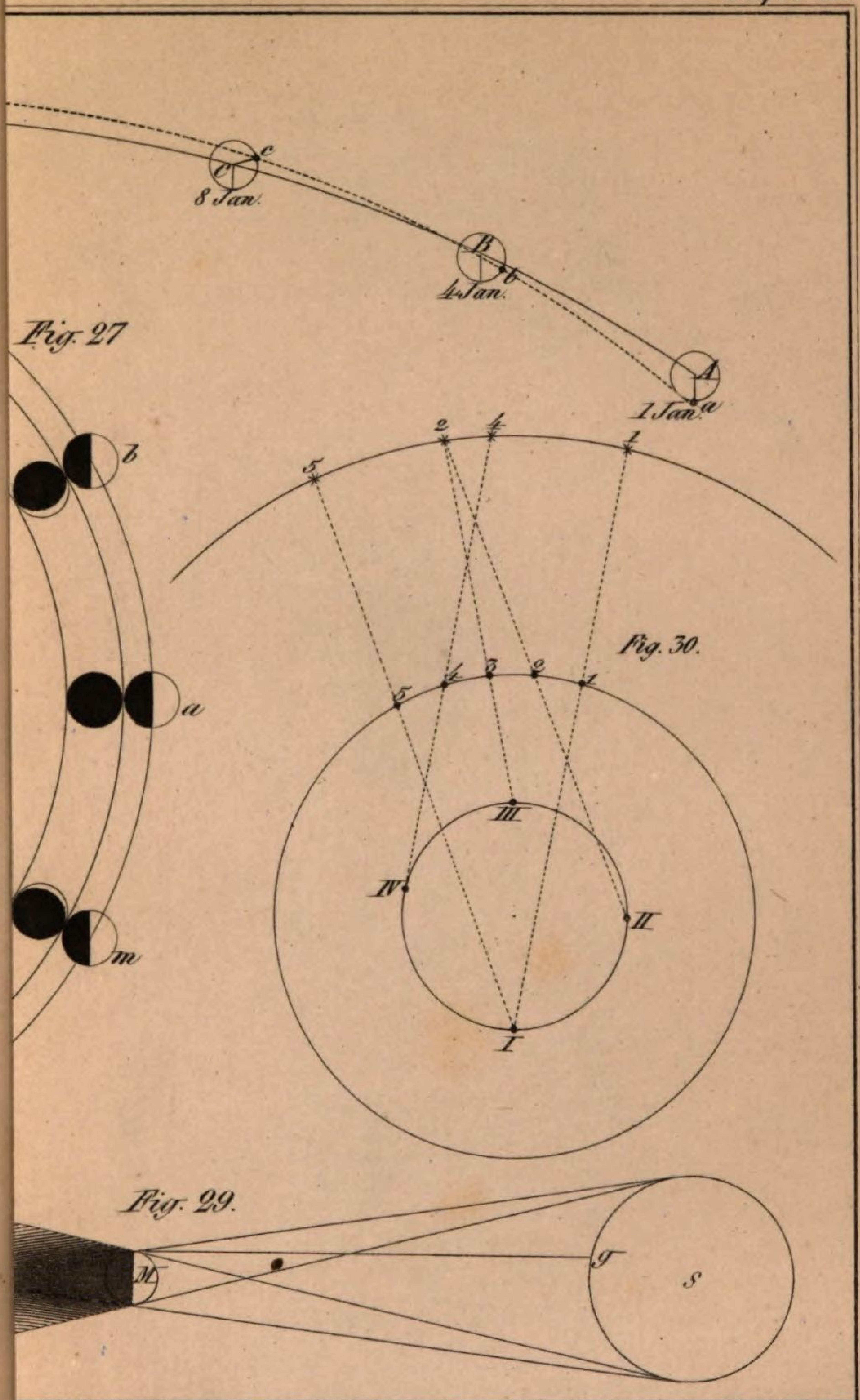
Fig. 22.





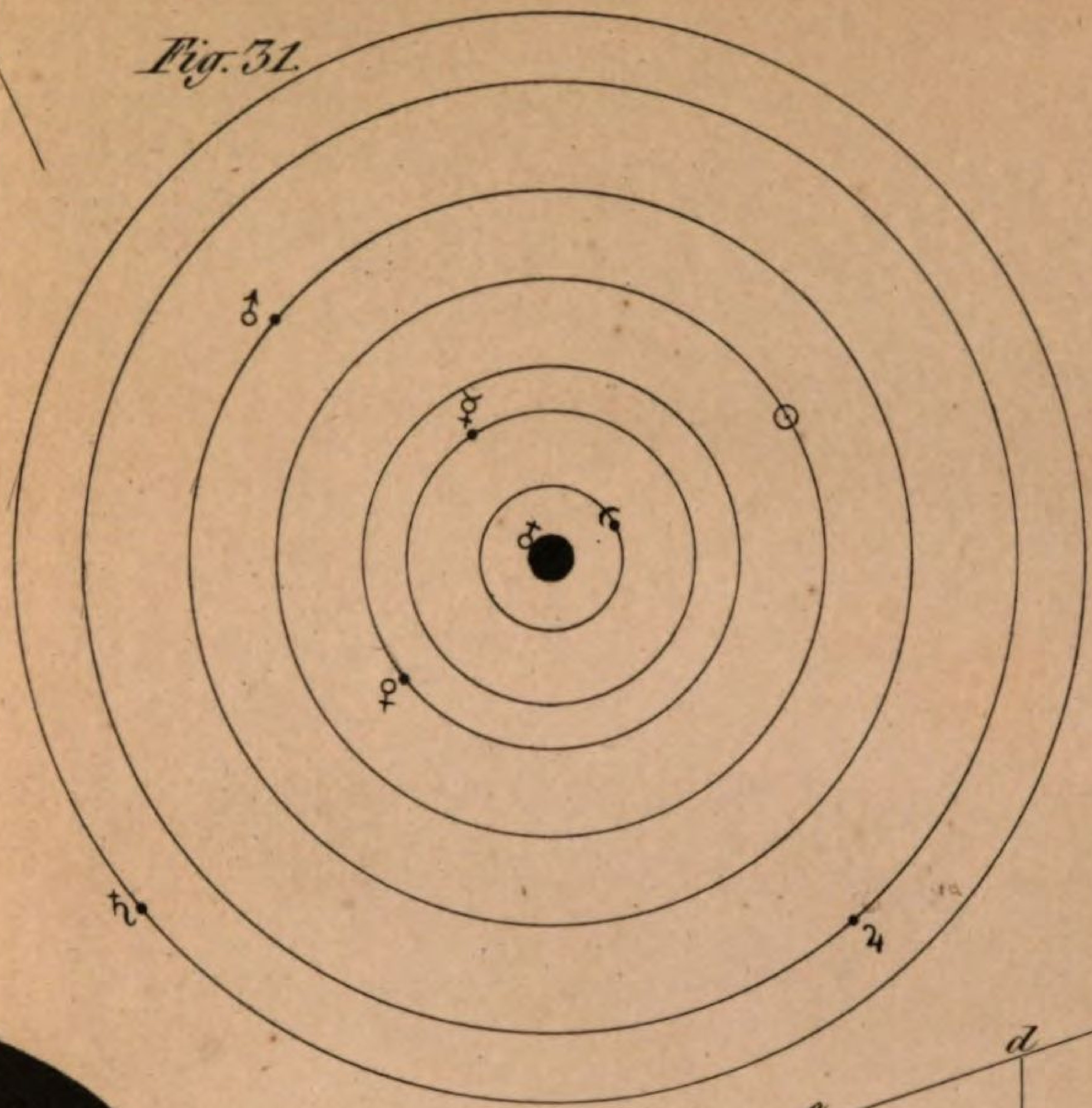
Gebr. Jättnig sc.

Tafel III.



Gebr. Jättnig sc.

Fig. 31.





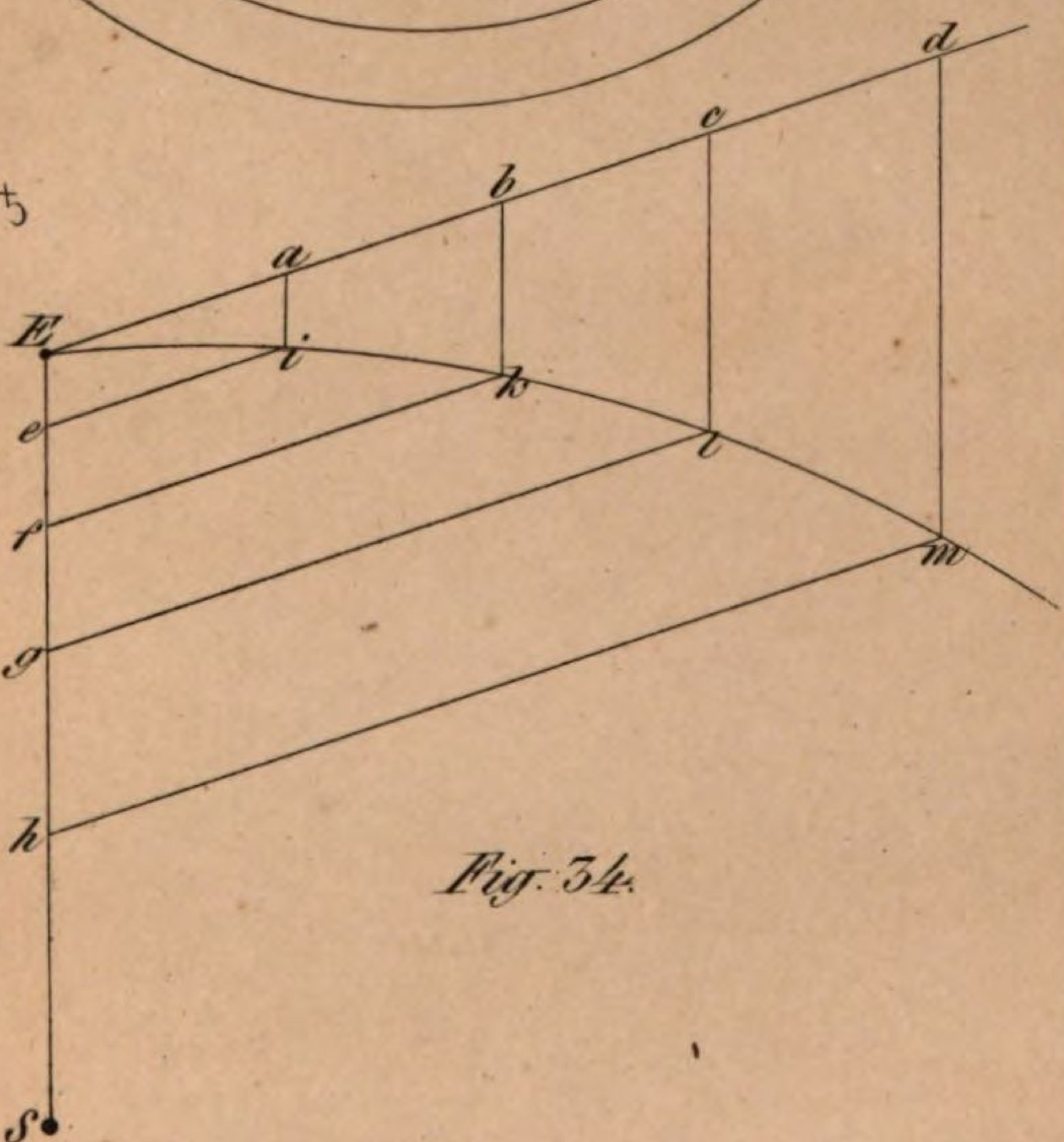
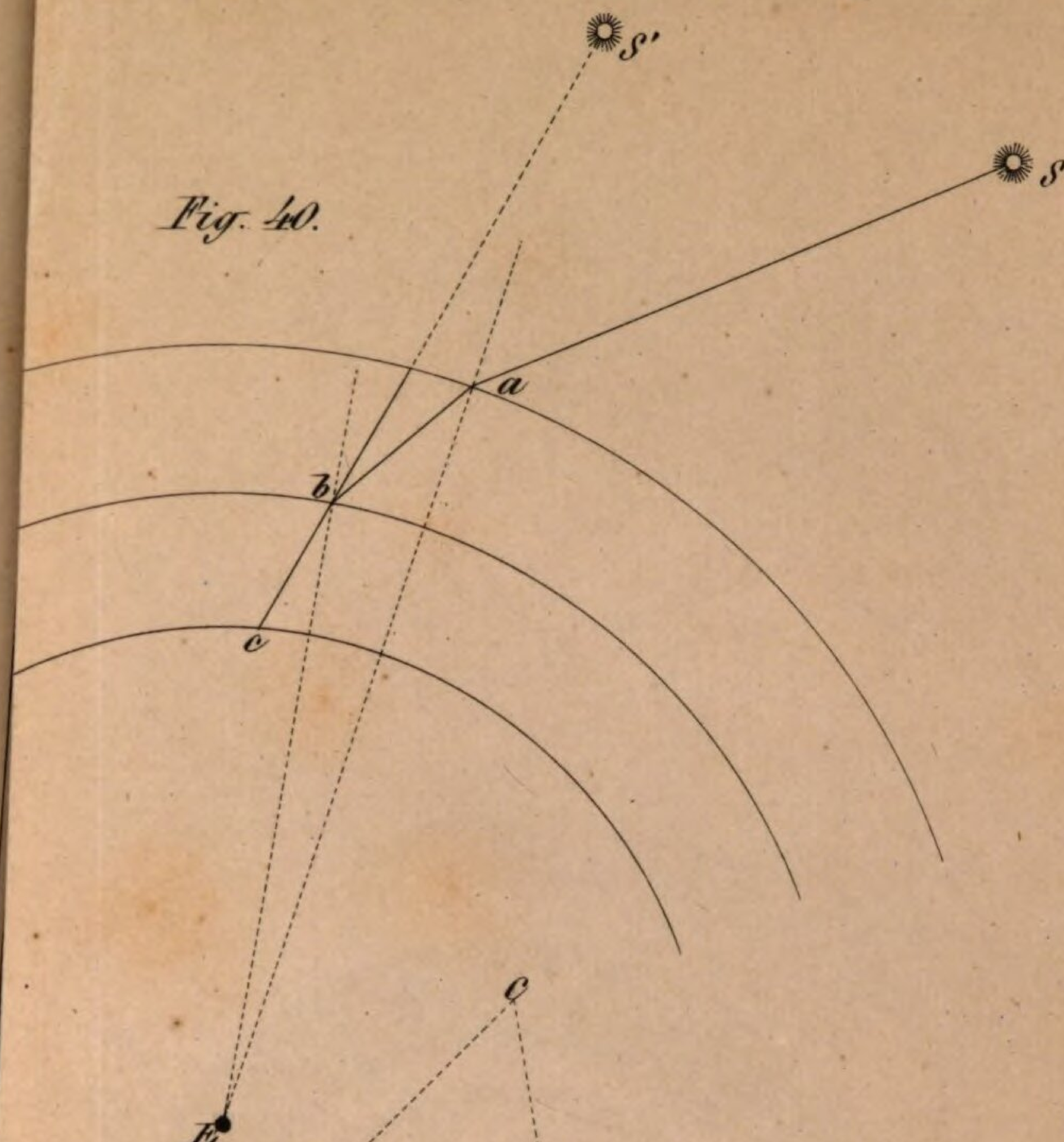


Fig. 34.

Gebr. Jättnig sc.

Fig. 40.



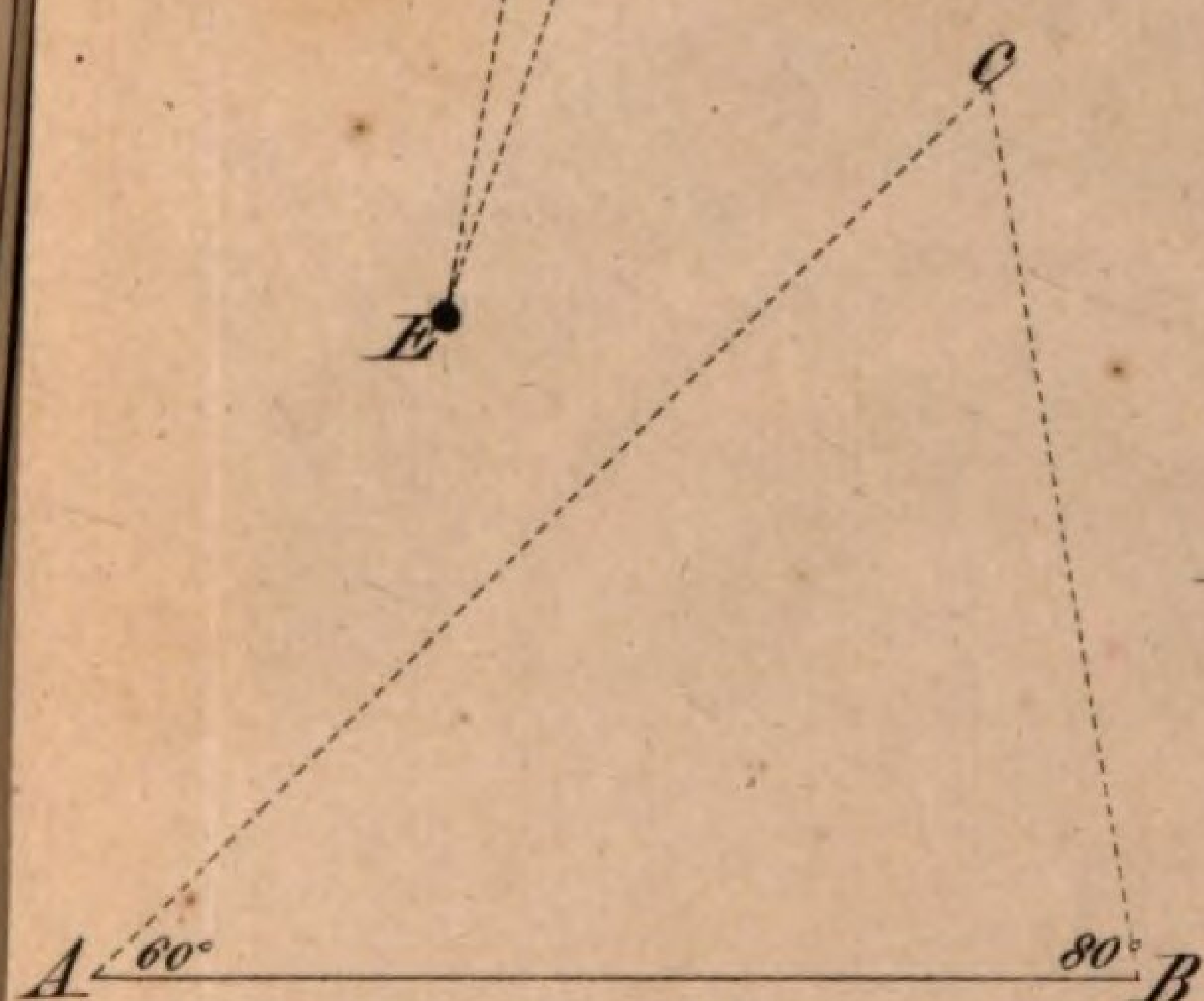
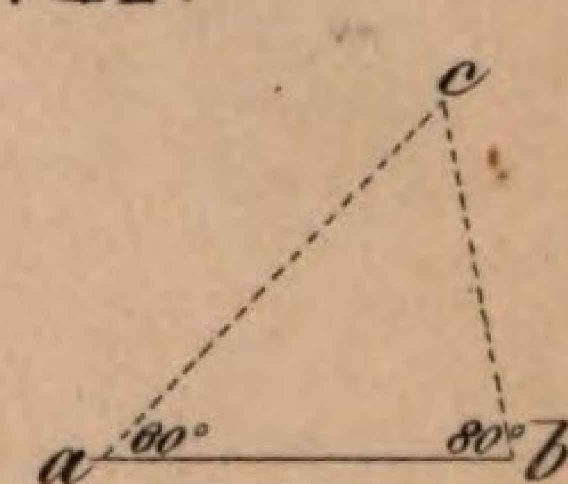
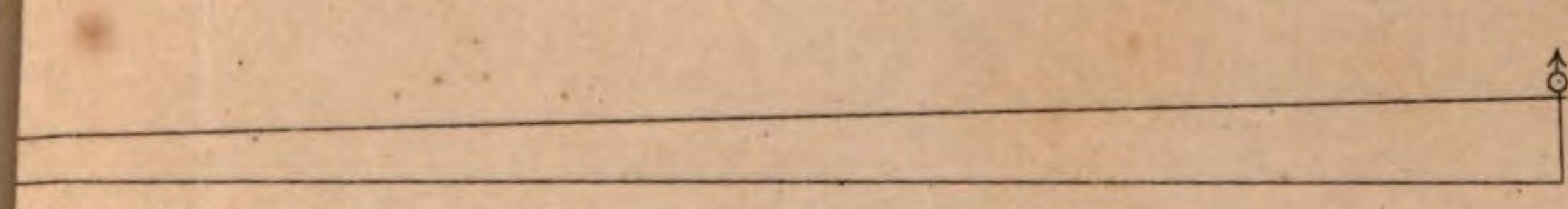


Fig. 42.



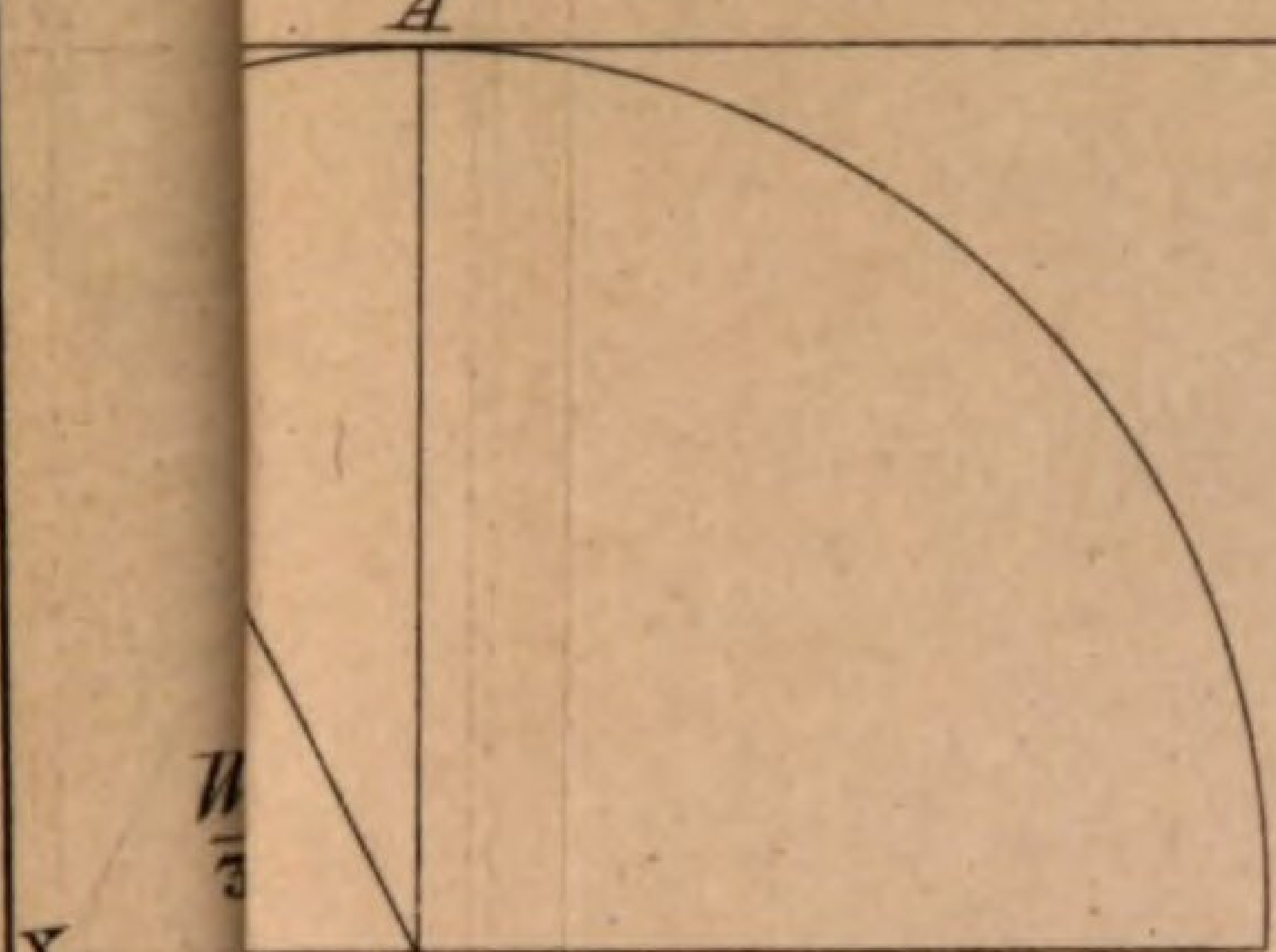


Gebr. Jättnig sc.

Vier Tage nach dem Neumond.



Fig. 44.



Vollmond.



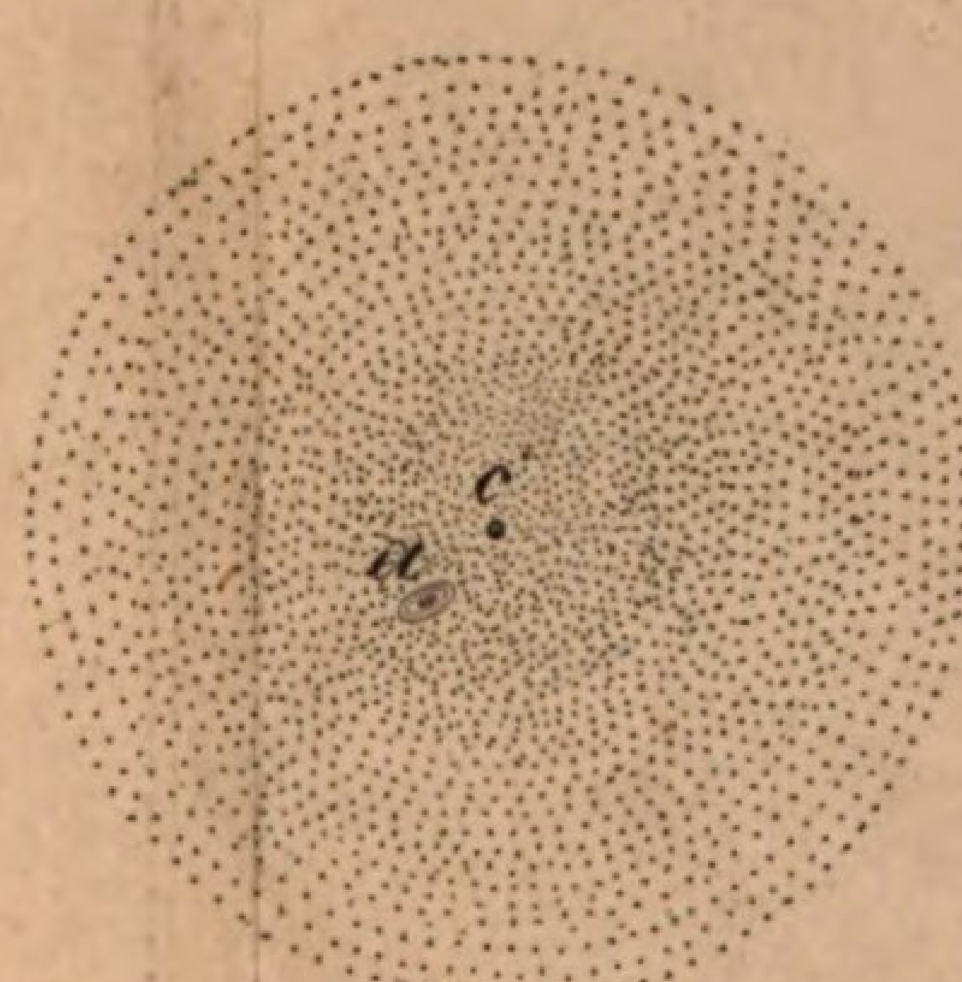
An
n
70

Fig. 46.



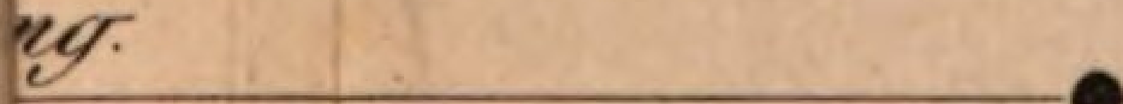
Im ersten Viertel.



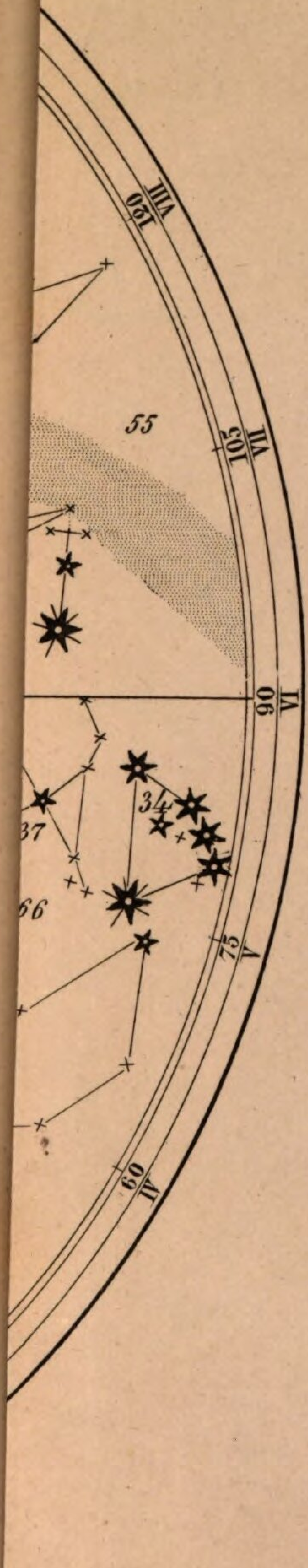


5.

ng.

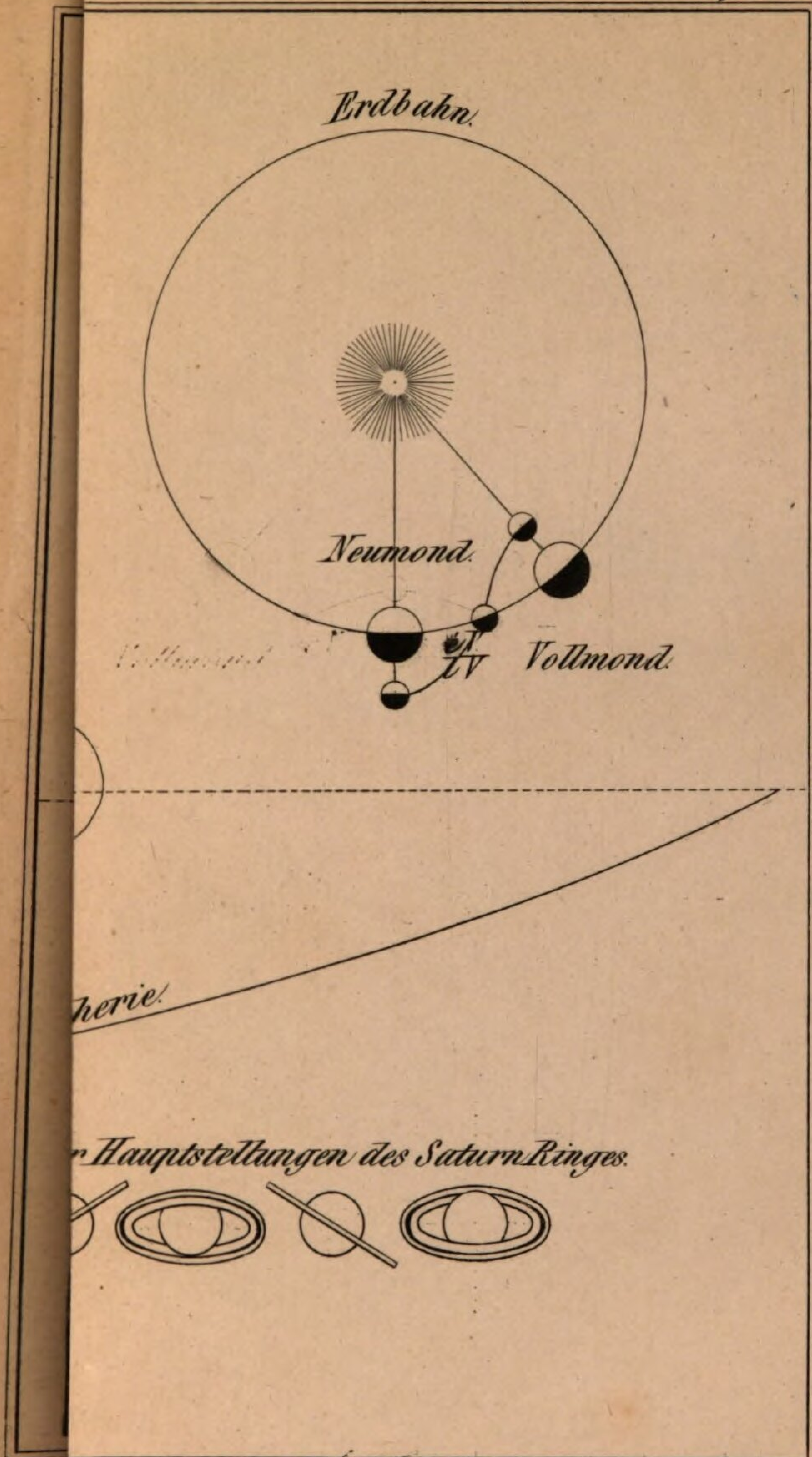


Gebr. Jätt



Gebr. Jättnig sc.

Tafel X.



Gebr. Jättnig sc.